



Udviklingen i bilers passive sikkerhed skadesgrad for førere af person- og varebiler

Hels, Tove; Lyckegaard, Allan; Prato, Carlo Giacomo; Rich, Jeppe; Abele, Liva; Kristensen, Niels Buus

Publication date:
2012

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

Citation (APA):

Hels, T., Lyckegaard, A., Prato, C. G., Rich, J., Abele, L., & Kristensen, N. B. (2012). *Udviklingen i bilers passive sikkerhed: skadesgrad for førere af person- og varebiler*. DTU Transport. Rapport / DTU Transport No. 3, version 2a
<http://www.transport.dtu.dk/upload/institutter/dtu%20transport/rapporter/udviklingen%20i%20bilers%20passive%20sikkerhed.pdf>

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Udviklingen i bilers passive sikkerhed

- skadesgrad for førere af person- og varebiler



Tove Hels
Allan Lyckegaard
Carlo Giacomo Prato
Jeppe Rich
Liva Abele
Niels Buus Kristensen

Februar 2012

Udviklingen i bilers passive sikkerhed

- skadesgrad for førere af person- og varebiler

Tove Hels
Allan Lyckegaard
Carlo Giacomo Prato
Jeppe Rich
Liva Abele
Niels Buus Kristensen

Februar 2012

Udviklingen i bilers passive sikkerhed

- skadesgrad for førere af person- og varebiler

Rapport 3, version 2a

Februar 2012

Af Tove Hels, Allan Lyckegaard, Carlo Giacomo Prato, Jeppe Rich, Liva Abele,
Niels Buus Kristensen

For at sikre logisk søgemulighed, er rapporter udgivet af DTU Transport fremover nummeregnet fortløbende. Rapporter udgivet før 2012 har været nummereret inden for det pågældende udgivelsesår.

Copyright: Hel eller delvis gengivelse af denne publikation er tilladt med kildeangivelse

Forsidefoto: Colourbox

Udgivet af: DTU Transport
Bygningstorvet 116B
2800 Kgs. Lyngby

Rekvireres: www.transport.dtu.dk (elektronisk) transport@transport.dtu.dk (trykt)

ISSN: 1600-9592 (trykt udgave)

ISBN: 978-87-7327-225-1 (trykt udgave)

ISSN: 1601-9458 (elektronisk udgave)

ISBN: 978-87-7327-224-4 (elektronisk udgave)

Forord

Denne rapport er udarbejdet inden for rammerne af projektet IMPROSA (IMProving ROad SAfety), der er støttet af Det Strategiske Forskningsråd. Projektets formål er at udvikle værktøj til at prioritere forskellige trafiksikkerhedstiltag, så indsatsen for trafiksikkerhed bliver så omkostningseffektiv som muligt. Dette delprojekt, der tillige har medfinansiering fra Forenede Danske Motorejere, har analyseret udviklingen i den passive sikkerhed hos person- og varebiler. Dette med henblik på at udvikle et empirisk grundlag for overvejelser om hvorvidt tiltag, der kan påvirke bilparkens alderssammensætning, vil kunne bidrage til øget trafiksikkerhed.

Der har til projektet været tilknyttet en følgegruppe bestående af: Torben Lund Kudsk fra FDM, Ib Rasmussen, Peter Dyrelund Rasmussen og Victor Hollnagel fra Trafikstyrelsen samt Lars Klit Reiff og Henrik Værø fra Havarikommissionen for vejtrafikulykker.

Dette er en revideret version af rapporten. Efter offentliggørelsen af rapporten på instituttets hjemmeside blev der desværre konstateret en fejl i rapporten. Fejlen knyttede sig til beregningerne bag scenariet om en ét år yngre bilpark og bevirkede, at dette scenarios effekt på antallet af dræbte og tilskadekomne i uheldene blev væsentligt overvurderet. Fejlen påvirker ikke rapportens overordnede konklusioner. Fejlen er rettet i nærværende version af rapporten. Endvidere er lejligheden benyttet til et par sproglige og redaktionelle rettelser uden betydning for rapportens konklusioner.

DTU Transport, februar 2012

Niels Buus Kristensen
Institutedirektør

Oversigt over begreber

Bilfører	Fører af vare- eller personbil.
Elasticitet	Forholdet mellem den relative ændring i to variable: 1 % stigning i variabel A som følge af en stigning på 2 % i variabel B, svarer til at elasticiteten af A som følge af ændringer i B er 0,5.
Materielskade	Skadesgraden kategoriseres som materielskade, hvis der kun er sket skade på køretøjet og ikke på føreren.
Personbil	Personbil med max. 8 siddepladser foruden førerens plads og en tilladt totalvægt på max. 3.500 kg.
Personskade	Uanset om bilførerens skadesgrad er let eller alvorlig, eller bilføreren er dræbt, registreres skaden som personskade.
Proxy	Erstatningsvariabel, som anvendes som repræsentation for en variabel, hvis værdi man ikke har adgang til. For eksempel kan hastighedsbegrænsningen anvendes som proxy for den kørte hastighed.
Bilførerens skadesgrad	En af de fire kategorier: Materielskade (ingen personskade), let tilskadekommen (lægelig behandling kræves, men mindre end knoglebrud, læsioner, hjernerystelse og mere end hudafskrabninger og forstuvninger), alvorlig tilskadekommen (lægelig behandling kræves, f.eks. knoglebrud, læsioner og hjernerystelse) eller dræbt (også kaldet fatal, død inden for 30 dage som direkte følge af trafikuheldet).
Varebil	Varebil med en tilladt totalvægt på max. 3.500 kg.

Indholdsfortegnelse

Forord

Oversigt over begreber

Sammenfatning

Summary

1.	Indledning.....	15
2.	International viden.....	17
2.1	Gennemgang af de vigtigste variable	17
2.2	Opsummering	28
3.	Datagrundlag for modelleringen	31
3.1	Uheldsdatabase	31
3.2	Køretøjsdatabase	32
3.3	Fletning af databaser	32
3.4	Datasæt til brug i analyse	33
4.	Metode	37
4.1	Teoretisk baggrund	37
4.2	Modelspecifikation	39
5.	Resultater	41
5.1	Modelforudsigelse af fordelingen af skadesgrad	41
5.2	Effekt af køretøjets årgang	42
5.3	Effekt af uafhængige variable	43
5.4	Illustrative scenarieberegninger	47
6.	Diskussion og konklusion	51
6.1	Scenarier og effekt af køretøjsårgang	51
6.2	Resultater i sammenligning med litteraturen	53
6.3	Metode	53
6.4	Uheldsfrekvens	54
6.5	Konklusion	54
7.	Referencer	57
	Bilag A: Elasticiteter for hastighedsbegrænsning, egenvægt og vægtratio ..	61
	Bilag B: Metode og undersøgte variable i den gennemgåede litteratur.....	63

Sammenfatning

Antallet af dræbte og tilskadekomne i trafikken viser en klart nedadgående tendens hen over de seneste 30-40 år. Det årlige antal dræbte trafikanter er faldet fra et maksimum i 1971 på 1.213 til 255 i 2010 (Statistikbanken) samtidig med, at trafikken er mere end fordoblet. Mange faktorer bidrager til denne udvikling, herunder love og regler, den teknologiske udvikling af bilerne, ændring i vejenes udformning og førerens kompetencer og holdninger, som også påvirkes af den generelle lovgivning, politikontrol og informationskampagner.

Vi har imidlertid ikke solid viden om, hvor meget hver af disse faktorer har bidraget til den markante forbedring af trafiksikkerheden. Formålet med denne rapport er at belyse betydningen af bilernes teknologiske udvikling over tiden. Bilfabrikanter og myndigheder har løbende haft fokus på at forbedre trafiksikkerheden gennem bilernes konstruktion. Her skelner man mellem aktiv og passiv sikkerhed, det vil sige faktorer, der nedsætter

- risikoen for, at der sker et uheld (*aktiv sikkerhed*), henholdsvis
- graden af alvorlighed, *givet* at uheldet er sket (*passiv sikkerhed*).

Rapporten begrænser sig til at undersøge, om der kan påvises en generel sammenhæng mellem bilers årgang og alvorlighedsgraden af de uheld, de er involveret i. Der ses således ikke på, i hvilket omfang bilens årgang har indflydelse på *hyppigheden* af uheldene. Det skyldes først og fremmest, at sidstnævnte er mere datakrævende, idet beregning af uheldshyppigheden afhænger af, at man kender bilernes kørselsomfang og ikke kun uheldene. Endvidere er menneskelige fejl og ikke bilens karakteristika en hovedfaktor i årsagen til langt de fleste uheld.

Konkret søger rapporten at kvantificere sammenhængen mellem skadesgraden, givet at der sker et uheld, og køretøjets årgang. Med andre ord forsøges det bestemt, hvorledes køretøjets "generation" påvirker skadesgraden. Dette gøres ved at udarbejde en statistisk model, som relaterer førerens skadesgrad til bilens årgang, samt en række andre variable om køretøjet såvel som uheldet og føreren.

International litteratur

Som baggrund for analysen gennemgås indledningsvist empiriske resultater fra den internationale litteratur. Nedenstående tabel sammenfatter konklusionerne fra denne gennemgang. De gennemgåede undersøgelser understøtter i de fleste tilfælde hypotesen om, at nyere biler giver anledning til færre eller mindre alvorlige skader.

Tabel 0.1 Forventede resultater på baggrund af international videnskabelig litteratur

Hypotese	
Køretøjets alder	Større betinget sandsynlighed for personskade desto ældre køretøjet er (12 ud af 13 studier).
Køretøjets årgang	Større betinget sandsynlighed for personskade desto ældre årgang køretøjet er (9 ud af 15 studier).
Førerens køn	Modstridende resultater: Højest betinget sandsynlighed for personskade for kvinder (8 ud af 26 studier) eller højest betinget sandsynlighed for mænd (7 ud af 26 studier).
Førerens alder	Betinget sandsynlighed for personskade stiger med stigende alder (18 ud af 27 studier).
Hastighed	Større betinget sandsynlighed for personskade desto højere hastighed (13 ud af 19 studier).
Føre og vejrlig	Mindre betinget sandsynlighed for personskade i "dårligt" vejr, dvs. regn, sne, tåge (6 ud af 8 studier).
Køretøjets vægt	Større betinget sandsynlighed for personskade desto lettere køretøjet er (15 ud af 18 studier).
Sikkerhedssele/airbag	Mindre betinget sandsynlighed for personskade hvis sikkerhedssele/airbag er anvendt (17 ud af 20 studier).
Kollisionstype	Sidekollisioner forbundet med størst betinget sandsynlighed for personskade (5 ud af 12 studier).

Note: Betinget sandsynlighed = Givet at der er sket et uheld

Datagrundlag og metode

Grundlaget for analysen er Vejdirektoratets uheldsdatabase. For at få så ensartet materiale som muligt er alle uheld, som involverer fodgængere, cyklister og lastbiler, frasorteret, og der ses udelukkende på skader på føreren. Estimationerne baserer sig således på 80.502 observationer af førere i person- og varebiler i 49.405 ene- eller flerpartsuheld i perioden 2004 til og med 2010. Uheldsdata er flettet med data for de enkelte bilmodeller. Langt de fleste registrerede førere (85 %) slipper uden personskade (uheldene er materielskadeuheld), mens 9 % og 6 % pådrager sig henholdsvis let og alvorlig personskade. 650 (under 1 %) bliver dræbt i uheldene. I analyserne anvendes i nogle sammenhænge den fulde stikprøve over alle syv år (2004-2010), i andre sammenhænge ses der specifikt på uheld fra det seneste år, altså 2010.

De fire skadesgrader kan opfattes som diskrete og naturligt ordnet: materielskade, let personskade, alvorlig personskade og dræbt. Derfor er det i denne analyse valgt at anvende en såkaldt proportional odds model, som modellerer springet mellem de enkelte skadesgrader som en funktion af et sæt uafhængige variable. Som resultat fås sandsynlighederne for en given skadesgrad med et givet sæt af værdier for de uafhængige variable. Ud over køretøjets årgang er der inddraget en lang række andre variable, som kunne tænkes at påvirke skadesgraden – enten direkte eller som indikatorer for bagvedliggende faktorer, for eksempel kørestil og risikoadfærd. Disse variable kan naturligvis have selvstændig interesse, men er først og fremmest medtaget for i videst muligt omfang at korrigere for betydelige faktorer, som er korreleret med årgangen. I den endelige model

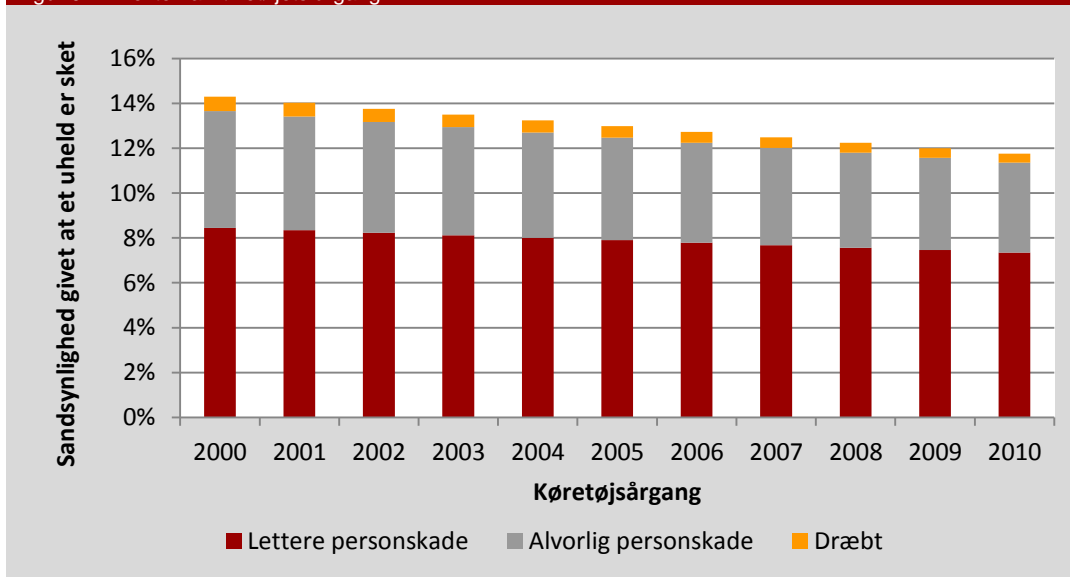
er kun medtaget faktorer med en signifikant sammenhæng med skadesgraden. Der er inkluderet følgende uafhængige variable relateret til føreren, uheldet og køretøjet:

- *Fører*: førers alder og køn, gyldighed af kørekort, alkoholpromille for mandlige førere, selebrug.
- *Uheld*: uhedsår, kollisionspunkt, vejtype, bymæssige omgivelser, hastighedsbegrænsning.
- *Køretøj*: køretøjsårgang, køretøjsfabrikat, egenvægt samt vægtforhold mellem eget og modpartens køretøj.

Resultater: Ældre bilårgange indebærer statistisk set højere skadesgrad for førere, der er involveret i uheld

Resultaterne af analysen viser, at der er en signifikant sammenhæng mellem den skadesgrad, en fører pådrager sig i et uheld, og årgangen på det førte køretøj: Jo ældre køretøj, desto større sandsynlighed for alvorligere personskader, og desto mindre sandsynlighed for udelukkende materiel skade, givet at uheldet er sket (se figur 0.1). For køretøjsårgang 2010 sammenlignet med 2000 reduceres risikoen for at blive dræbt i uheldet med 37 % (fra 0,64 % til 0,40 %). Tilsvarende falder sandsynligheden for alvorlig personskade med 23 % (fra 5,2 % til 4,0 %) og for let personskade med 13 % (fra 8,5 % til 7,4 %). Da disse reduktioner er beregnet for et givet antal uheld, sker det naturligvis på bekostning af tilsvarende flere materielskadeuheld.

Figur 0.1 Effekten af køretøjets årgang



Analysen viser ikke uventet, at hastighedsbegrænsningen, som er en proxy for den kørte hastighed i uheldsøjeblikket, har den største af alle effekter på skadesgraden. På to forskellige veje med hastighedsbegrænsninger på henholdsvis 60 og 80 km/t vil der forventeligt være en øgning på cirka 60-100 % (i den lave ende for lette personskader, højere for alvorligere personskader) i sandsynligheden for at pådrage sig skade, givet at der sker et uheld. Samtidig vil der forventeligt være cirka 10 % mindre sandsynlighed for udelukkende at få materiel skade.

For de øvrige medtagne variable er resultaterne i det store og hele i overensstemmelse med fortegnet på de tilsvarende effekter fra den internationale litteratur. Endvidere vurderes det, at der med inddragelsen af et betydeligt antal indikatorer for førerens kørestil og risikoadfærd er korrigeret tilstrækkeligt for kørespecifikke faktorer, således at den fundne effekt af køretøjernes årgang langt overvejende skyldes køretøjstekniske forhold.

Konsekvensberegninger af scenarier for en yngre dansk bilpark

Det kan være vanskeligt umiddelbart at fortolke de konkrete konsekvenser for trafiksikkerheden af de ovenstående sammenhænge mellem skadessandsynligheder og køretøjernes årgang. For at illustrere effekten på skadesgraden af ændret alderssammensætning af Danmarks bilpark er der opstillet tre forskellige scenarier. Scenarierne illustrerer de hypotetiske konsekvenser for alvorligheden af de faktisk observerede uheld i perioden, hvis bilparken havde haft en anden alderssammensætning. Scenarierne har forskellig grad af hypotetisk karakter, og det er ikke analyseret, hvilke virkemidler der på længere sigt ville kunne realisere scenariernes ændringer i køretøjernes alderssammensætning.

Scenarie 1: Uheld i 2010 med køretøjsårgang 2010

Køretøjerne i de uheld, der er sket i 2010, repræsenterer naturligvis et bredt udvalg af årgange. På grund af bilernes levetid kan alle køretøjer naturligvis i praksis ikke være helt nye, selv om det ville være attraktivt fra et trafiksikkerhedssynspunkt. Men man kan illustrere den samlede effekt på trafiksikkerheden heraf ved hypotetisk at udskifte alle køretøjer i 2010-uheldene med køretøjer fra årgang 2010 i modelberegningerne. Resultatet ses i tabel 0.2.

Tabel 0.2 Konsekvensberegning for uheld i 2010, hvis alle køretøjer var årgang 2010				
Scenarie 1	Dræbte	Alvorligt tilskadekomne	Let tilskadekomne	Materielskade
Basismodelberegning	71	450	672	8.228
	0,8 %	4,8 %	7,1 %	87,3 %
Alle køretøjer = årgang 2010	31	311	581	8.498
	0,3 %	3,3 %	6,2 %	90,2 %
Forskel	-40	-139	-91	270
Forskel i procent	-56,3 %	-30,9 %	-13,5 %	3,3 %

Det fremgår af tabel 0.2, at hvis alle uheldsinvolverede køretøjer var nye, ville det give anledning til en markant reduktion af skadesgraden for førerne: Mere end en halvering af antallet af dræbte, en reduktion af de alvorlig tilskadekomne med en tredjedel og cirka en tiendedel færre let tilskadekomne. Grunden til at reduktionen er større, jo alvorligere skade er, at antallet af uheld er forudsat konstant, og at uheldene "rykker til højre" i tabellen, hvorved antallet af materielskadeuheld stiger.

Scenarie 2: Bilparken gøres et år yngre

Endvidere er der udarbejdet et mindre radikalt scenarie, hvor hele bilparken hypotetisk gøres et år yngre (jf. tabel 0.3). Dette har ligeledes en væsentlig effekt på den betingede

skadesgrad: Antallet af dræbte reduceres med 7 %, alvorligt tilskadekomne med 3,5 % og let tilskadekomne med knap 1,5 %.

Tabel 0.3 Fordeling af skadesgrader for modelforudsigelse og en 1 år yngre bilpark. Uheld fra 2010.				
Scenarie 2	Dræbte	Alvorlig tilskadekomne	Let tilskadekomne	Materielskade
Basismodelberegning	71	450	672	8.228
1 år yngre bilpark	66	435	662	8.258
Forskel	-5	-15	-10	30
Forskel i procent	-7,3 %	-3,5 %	-1,4 %	0,4 %

Scenarie 3: Halvering af antallet af ældre køretøjer i bilparken

Endelig er der opstillet tre parallelle scenarier, hvor fokus er på reduktion af de ældste biler, som også er de mindst sikre. De tre scenarier halverer antallet af køretøjer, der er ældre end henholdsvis 10 (scenarie 3a), 15 (scenarie 3b) og 20 (scenarie 3c) år i forhold til det oprindelige datagrundlag. De erstattes med nyere køretøjer forholdsmæssigt svarende til alderssammensætningen af resten af køretøjerne i uheldene, så det totale antal førere i uheld er det samme. Tabel 0.4 viser antal ændringer i fordelingerne af de fire skadesgrader.

Tabel 0.4 Fordeling af skadesgrad i de tre scenarier 2004-2010				
Scenarie 3	Dræbte	Alvorlig personskade	Let personskade	Materielskade
Basismodelberegning	642	4.659	7.168	68.032
Scenarie 3a: >10 år halveret	571	4.401	6.980	68.550
Forskel	-71	-258	-188	518
Forskel i procent	-11,1 %	-5,5 %	-2,6 %	0,8 %
Scenarie 3b: >15 år halveret	607	4.537	7.083	68.275
Forskel	-36	-122	-85	243
Forskel i procent	-5,5 %	-2,6 %	-1,2 %	0,4 %
Scenarie 3c: >20 år halveret	631	4.624	7.146	68.100
Forskel	-11	-35	-22	68
Forskel i procent	-1,8 %	-0,8 %	-0,3 %	0,1 %

Det ses af tabellen, at effekten af disse tre scenarier er mindre end for de foregående, hvilket først og fremmest beror på, at de ældre biler udgør en mindre andel af bilparken og derfor også af de registrerede uheld. Det samme gør sig gældende ved sammenligning mellem 3a, 3b og 3c, idet scenarie 3a indebærer, at 15.561 køretøjer omfordeles, scenarie 3b indebærer 6.506 omfordelte køretøjer og scenarie 3c den mindste ændring med 1.314 omfordelte køretøjer. Til gengæld resulterer scenarie 3c i den største skadesreduktion pr. omfordelt køretøj, både hvad angår antal og skadesgrad, fordi det her er de ældste køretøjer, der "fjernes" fra bilparken.

Afslutningsvist er det forsøgt at illustrere de samfundsøkonomiske fordele ved en yngre bilpark ved at omregne de færre personskader i scenarierne 3a, b og c til sparede samfundsøkonomiske omkostninger ved brug af de konventionelle enhedspriser for personskader i Transportøkonomiske Enhedspriser (Transportministeriet 2010).

Tabel 0.5 Samfundsøkonomisk værdi af mindre alvorlig skadesgrad ved ændring i bilparkens alderssammensætning, 2004 – 2010. 2010-priser.

Scenarie	Dræbte	Alvorlig personskade	Let personskade	Kun materielskade	Total
Værdi pr. skade (mio. DKK)	17,7	3,0	0,46	0 ¹⁾	
Basismodelberegning	642	4.659	7.168	68.032	
Scenarie 3a: >10 år halveret					
Ændring (antal)	-71	-258	-188	518	
Værdi (mio. DKK)	1.258	785	86	0	2.129
Scenarie 3b: >15 år halveret					
Ændring (antal)	-36	-122	-85	243	
Værdi (mio. DKK)	630	371	39	0	1.040
Scenarie 3c: >20 år halveret					
Ændring (antal)	-11	-35	-22	68	
Værdi (mio. DKK)	204	105	10	0	319

- 1) Det er antaget, at omfanget af materielskader er uændret uafhængigt af, at personskaderne bliver mindre alvorlige.

Det fremgår af tabel 0.5, at den samlede samfundsøkonomiske værdi af de færre og mindre alvorlige personskader i scenarie 3a, b og c vil være henholdsvis godt 2 mia., godt 1 mia. og cirka 300 mio. DKK over perioden 2004-2010 svarende til cirka 300 mio., cirka 150 mio. og knap 50 mio. DKK pr. år.

Analysen omfatter kun den betingede skadesgrad, ikke uheldsfrekvensen

Afslutningsvist bør det gentages, at rapporten udelukkende analyserer skadesgraden for føreren af lette køretøjer, når der er sket et uheld. For at belyse de samlede trafiksikkerhedsmæssige perspektiver af bilernes årgang bør man også inkludere den *aktive* sikkerhed, det vil sige konsekvenserne for uheldshyppigheden.

Endvidere er i rapporten ikke medtaget konsekvenserne for

- passagerer i køretøjerne,
- bløde trafikanter, det vil sige cyklister og fodgængere,
- uheld, der involverer tunge køretøjer.

For passagerer vil effekterne formentlig være nogenlunde svarende til for føreren. Der vil formentlig også være en effekt for cyklister og fodgængere og for føreren af bilerne ved kollisioner med tunge køretøjer, mens det er vanskeligere *a priori* at vurdere, om effekten her vil være større eller mindre.

Summary

The number of persons killed and injured in road accidents has been steadily decreasing for the last 30-40 years. The yearly number of killed road users has dropped from a maximum in 1971 of 1,213 to 255 fatalities in 2010 (Statistikbanken, Statistics Denmark) while traffic has more than doubled. Many factors contribute to this development, including laws and rules, the technological development of the cars, alterations to the road network and the drivers' competences and attitudes which are also influenced by the general legislation, police checks and information campaigns.

However, we lack solid knowledge about how much each of these factors has contributed to the significant road safety improvement. The purpose of this report is to explain the importance of the technological development of the cars over time. Car manufactures and authorities have continuously focused on improving road safety by reviewing the construction of the vehicles. In this respect distinction is made between passive and active safety, i.e. factors that reduce

- the risk of an accident happening (*active safety*) and
- the degree of severity *provided* that an accident has happened (*passive safety*).

The report confines itself to investigating whether there is a general relationship between vehicle generation and degree of severity of the accidents in which they are involved. It has therefore not been investigated to which degree the vehicle's generation impacts *the frequency* of the accidents. This is mainly due to the fact that the latter requires more data since the calculation of accident frequency depends on knowledge about the number of kilometres driven by the cars and not just about the accidents. In addition, human errors – and not the vehicle characteristics – are the main cause of the large majority of accidents.

Concretely, the report seeks to quantify the relationship between injury severity, provided that an accident happens, and the generation of the vehicle. This is done by constructing a statistical model that relates the driver's injury severity to the vehicle's generation and a number of other variables about the vehicle as well as the accident and the driver.

International literature

Initially, empirical results from international literature are reviewed as background of the study. The below table summarises the conclusions of this review. In most cases the studies examined support the hypothesis that newer cars give rise to fewer or less serious injuries.

Table 0.1 Expected results based on international scientific literature

	Hypothesis
Vehicle age	Higher conditional probability of personal injury with increasing vehicle age (12 out of 13 studies).
Vehicle generation	Higher conditional probability of personal injury with increasing age of vehicle generation (9 out of 15 studies).
Driver's gender	Contradictory results: Highest conditional probability of personal injury for women (8 out of 26 studies) or highest conditional probability for men (7 out of 26 studies).
Driver's age	Conditional probability of personal injury increases with increasing age (18 out of 27 studies).
Speed	Higher conditional probability of personal injury with increasing speed (13 out of 19 studies).
Road and weather conditions	Smaller conditional probability of personal injury in case of "bad weather", i.e. rain, snow, fog (6 out of 8 studies).
Vehicle weight	Higher conditional probability of personal injury with decreasing vehicle weight (15 out of 18 studies).
Seat belt/air bag	Lower conditional probability of personal injury if seat belt/air bag are used (17 out of 20 studies).
Type of collision	Side impact crashes are connected with the highest conditional probability of personal injury (5 out of 12 studies).

Note: Conditional probability = Provided that an accident has happened

Data and method

The basis of the analysis is the accident data base of the Danish Road Directorate. In order to achieve as uniform a material as possible all accidents involving pedestrians, cyclists and trucks have been eliminated, and only driver injuries have been taken into account. The estimates are thus based on 80,502 observations of drivers of passenger cars and vans involved in 49,405 single or multiparty accidents during the period 2004 to 2010, both years included. Accident data were merged with data on individual car models. The majority of the registered drivers (85%) were not injured (the accidents are material damage only accidents), whereas 9% and 6% are slightly or seriously injured, respectively. 650 persons (less than 1%) were killed in the accidents.

The four degrees of injury severity can be considered discrete and naturally ordered: material damage only, slight personal injuries, serious personal injuries and fatalities. In this analysis it has therefore been decided to use a so-called proportional odds model that models the jump between the individual degrees of injury severity as a function of a set of independent variables. This results in probabilities related to a given degree of injury severity with a given set of values of independent variables. In addition to vehicle age, a number of other variables likely to impact the degree of injury severity – either directly or as indicators of the underlying factors, e.g. style of driving and risk behaviour, are included. Of course each of these variables can be of specific interest, but they are primarily included to correct for significant factors which have been correlated with vehicle generation. In the final model only factors which are significantly related to the degree of in-

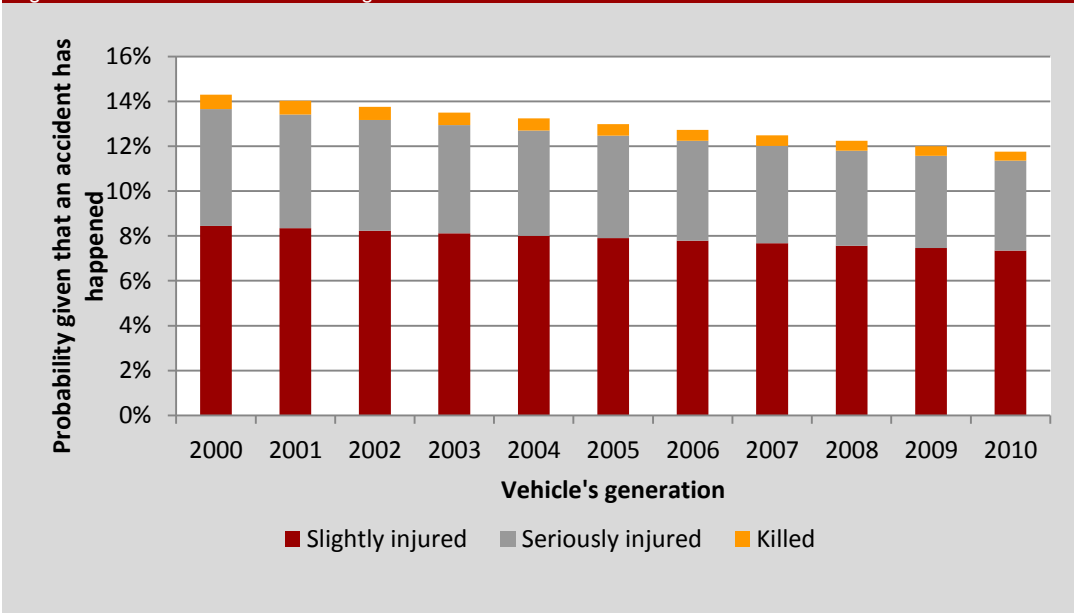
jury severity have been included. The following independent variables related to the car driver, the accident and the vehicle have been included:

- *Car driver:* The driver's age, gender, validity of driver licence, blood alcohol content for male drivers, use of seat belt.
- *Accident:* Year of accident, point of collision, road type, urban surroundings, speed limit.
- *Vehicle:* Vehicle generation, vehicle manufacturer, vehicle's own weight as well as the weight ratio between own vehicle and the vehicle of the counterpart.

Results: Statistically older cars imply higher degrees of injury severity for car drivers involved in accidents

The results of the analysis show a significant relationship between the injury severity suffered by a car driver in a road accident and the generation of the vehicle involved - the older the vehicle the higher the probability of serious personal injuries and the smaller the probability of material damage only, provided the accident has happened (see figure 0.1). For vehicle generation 2010 as compared to 2000 the risk of being killed in the accident is reduced by 37% (from 0.64% to 0.40%). Similarly, the probability of serious personal injury is reduced by 23% (from 5.2% to 4.0%) and for slight personal injury by 13% (from 8.5% to 7.4%). As these reductions are calculated for a given number of accidents, the reductions come at the cost of more material damage only accidents.

Figure 0.1 The effect of the vehicle's generation



Not surprisingly, the analysis shows that the speed limit, which is a proxy of the speed at the time of the accident, is the effect with the biggest impact on the degree of injury severity. On two different roads with speed limits of 60 and 80 km/h, respectively, an increase by approximately 60-100% (lower for slight personal injuries and higher for serious personal injuries) of the probability of being injured, provided that an accident hap-

pens, is to be expected. At the same time an approximately 10% smaller probability of suffering material damage only is to be expected.

With respect to the other variables included, the results are largely in accordance with the sign of the similar effects found in the international literature. Furthermore, the inclusion of a considerable number of indicators of the driver's style of driving and risk behaviour is considered to ensure sufficient correction for driving-specific factors so that the effect of the generation of the vehicles is primarily due to the vehicle's technical characteristics.

Impact assessments of scenarios of a newer Danish car fleet

It is difficult to visualize the impacts on road safety of the above-mentioned relationships between the probabilities of injuries and damages and the generation of the vehicles. To illustrate the impact on the degree of injury severity of a changed age composition of the Danish car fleet, three different scenarios have been set up. The scenarios illustrate the hypothetical impacts on the severity of the accidents observed in real life during the period if the car fleet had had another age composition. The hypothetical character of the scenarios varies, and it has not been analysed which (political) measures that would be needed to implement the changes in the age composition of the vehicles.

Scenario 1: Accidents in 2010 with vehicle generation 2010

The vehicles involved in the accidents that occurred in 2010 naturally represent a wide range of vehicle generations. In practice, due to the lifetime of the vehicles, not all vehicles can be quite new, even though it would be positive from a road safety point of view. But you can illustrate the total impact on road safety by hypothetically replacing all the vehicles of the 2010-accidents with vehicles from generation 2010 in the model calculations. The results are shown in table 0.2.

Table 0.2 Impact assessment for accidents in 2010 if all vehicles were from vehicle generation 2010				
Scenario 1	Fatalities	Seriously injured	Slightly injured	Material damage
Basis model calculation	71	450	672	8,228
	0.8%	4.8%	7.1%	87.3%
All vehicles = generation 2010	31	311	581	8,498
	0.3%	3.3%	6.2%	90.2%
Difference	-40	-139	-91	270
Difference in percentage	-56.3%	-30.9%	-13.5%	3.3%

It appears from table 0.2 that if all the vehicles involved in an accident were new, it would lead to a significant reduction in the severity of injuries suffered by the drivers: A reduction by more than 50% of fatalities, a reduction in the number of seriously injured by one third and approximately a 10% reduction in the number of slightly injured drivers. The reason why the reduction increases with increasing injury severity is that the number of accidents is assumed to be constant and that the accidents "move to the right" in the table whereby the number of material damage only accidents rises.

Scenario 2: The car fleet is made one year younger

In addition, a scenario in which the entire car fleet is made one year younger has been set up (cf. table 0.3). This also has a significant impact on the conditional degree of injury severity: The number of fatalities is reduced by 7%, the number of seriously injured by 3.5% and the number of slightly injured by about 1.5%.

Table 0.3. Distribution of degrees of injury severity for model prediction and a one year younger car park. Accidents from 2010.				
Scenario 2	Fatalities	Seriously injured	Slightly injured	Material damage
Basis model calculation	71	450	672	8,228
A one year younger car park	66	435	662	8,258
Difference	-5	-15	-10	30
Difference in percentage	-7.3%	-3.5%	-1.4%	0.4%

Scenario 3: Halving the number of older vehicles in the car fleet

Finally three parallel scenarios have been set up where focus is on reduction of the oldest cars which are also the less safe. The three scenarios reduce by half the number of vehicles older than 10 (scenario 3a), 15 (scenario 3b) and 20 (scenario 3c) years, respectively, as compared to the original data. They are replaced by newer vehicles which proportionally correspond to the age composition of the rest of the vehicles involved in the accidents so that the total number of the drivers involved in accidents is the same. Table 0.4 shows the number of changes in the distributions of the four degrees of injury severity.

Table 0.4 Distribution of degree of injury severity in the three scenarios 2004-2010				
Scenario 3	Fatalities	Seriously injured	Slightly injured	Material Damage
Basis model calculation	642	4,659	7,168	68,032
Scenario 3a: > 10 years reduced by half	571	4,401	6,980	68,550
Difference	-71	-258	-188	518
Difference in percentage	-11.1%	-5.5%	-2.6%	0.8%
Scenario 3b: > 15 years reduced by half	607	4,537	7,083	68,275
Difference	-36	-122	-85	243
Difference in percentage	-5.5%	-2.6%	-1.2%	-0.4%
Scenario 3c: > 20 years reduced by half	631	4,624	7,146	68,100
Difference	-11	-35	-22	68
Difference in percentage	-1.8%	-0.8%	-0.3%	-0.1%

It appears from the table that the effect of these three scenarios is less than that of the previous scenarios which is first and foremost due to the fact that the older cars only make up a minor part of the car fleet and thereby of the registered accidents. The same applies to the comparisons of scenarios 3a, 3b and 3c as scenario 3a implies that 15,561 vehicles must be redistributed, scenario 3b implies that 6,506 vehicles must be redistrib-

uted and scenario 3c the smallest change with 1,314 redistributed vehicles. On the other hand, scenario 3c results in the biggest reduction in injuries and damage, both with respect to number and degree of injury severity per redistributed vehicle because in this case it is the older vehicles that are "removed" from the car fleet.

Finally it has been intended to illustrate the socioeconomic benefits of a newer car fleet by converting the smaller number of personal injuries in scenarios 3a, 3b and 3c to saved socioeconomic costs by using the conventional unit prices in transport economics (Transportøkonomiske Enhedspriser, Danish Ministry of Transport 2010).

Table 0.5 Socioeconomic value of less injury severity when changing the age composition of the car fleet. 2004-2010. 2010 prices.

Scenario	Fatalities	Serious personal Injury	Slight personal Injury	Material damage only	Total
Value per injury/damage (million DKK)	17.7	3.0	0.46	0 ¹⁾	
Basis model calculation	642	4,659	7,168	68,032	
Scenario 3a: > 10 years reduced by half					
Change (number)	-71	-258	-188	518	
Value (million DKK)	1,258	785	86	0	2,129
Scenario 3b: > 15 years reduced by half					
Change (number)	-36	-122	-85	243	
Value (million DKK)	630	371	39	0	1,040
Scenario 3c: > 20 years reduced by half					
Change (number)	-11	-35	-22	68	
Value (million DKK)	204	105	10	0	319

1) It is assumed that the amount of material damage is unchanged independently of the personal injuries being less serious.

It appears from table 0.5 that the total socioeconomic value of the fewer and less serious personal injuries in scenarios 3a, 3b and 3c will amount to a little more than 2,000 million DKK, a little more than 1,000 million DKK and approximately 300 million DKK, respectively, during the period 2004-2010 equivalent to approximately 300 million DKK, approximately 150 million DKK and a little less than 50 million DKK per year.

The analysis only comprises the conditional degree of injury severity, not the accident frequency

Finally it should be repeated that the report only analyses the degree of injury severity for the driver of a light vehicle when an accident *has* taken place. To elucidate the total road safety related perspectives of the vehicle generation the *active* safety should also be included, *i.e.* the impact on accident frequency.

Furthermore the report does not include the consequences for

- passengers in the vehicles,

- vulnerable road users, *i.e.* cyclists and pedestrians,
- accidents involving heavy vehicles.

For passengers the effects will probably be more or less corresponding to those of the driver. There will probably also be an effect for cyclists and pedestrians and for the driver of the car in case of collisions with heavy vehicles, whereas it is difficult to evaluate *a priori* whether the effects in this case will be bigger or smaller.

1. Indledning

Antallet af dræbte og tilskadekomne i trafikken viser en klart nedadgående tendens hen over de seneste 30-40 år i såvel Danmark som de fleste andre vestlige lande (IRTAD 2010). I Danmark er det årlige antal dræbte trafikanter faldet fra et maksimum i 1971 på 1.213 (Danmarks Statistik) til 255 i 2010 (Statistikbanken). Tilsvarende tal for alvorligt tilskadekomne er henholdsvis 14.262 og 2.063. I samme periode er trafikken steget markant; antal kørte kilometer i personbil i 1980 (første registrerede år) var 19,4 mia., i 2010 var antallet 33,0 mia., hvilket er næsten en fordobling på tredive år (Danmarks Statistiks Statistikbank). Risikoen som trafikant for at komme alvorligt til skade pr. kørt kilometer er faldet markant. Mange faktorer bidrager til denne udvikling, herunder politiske virkemidler (love og regler, økonomiske incitamenter), den teknologiske udvikling af bilerne (øget aktiv og passiv sikkerhed), ændring i vejenes udformning og førerens kompetencer og holdninger. Sidstnævnte påvirkes både af den generelle lovgivning, politikontrol og af informationskampagner. Mens vi kan konstatere, at antallet af dræbte og tilskadekomne i trafikken har været for nedadgående i mange år, har vi ikke solid viden om, hvor meget hver af disse faktorer bidrager enkeltvis. Denne rapport har til formål at belyse betydningen af bilernes teknologiske udvikling over tiden.

Når det gælder bilernes udformning, skelner man mellem aktiv og passiv sikkerhed. Det vil sige faktorer, der nedsætter

- risikoen for, at der sker et uheld (*aktiv sikkerhed*), henholdsvis
- graden af alvorlighed, *givet* at uheldet er sket (*passiv sikkerhed*).

Bilfabrikanternes og myndigheders fokus på øget sikkerhed i bilerne har øget både den aktive og passive sikkerhed, og det er plausibelt, at dette også har øget trafiksikkerheden betydeligt. Der er dog også forhold, som trækker i modsat retning, idet øget aktiv og passiv sikkerhed kan påvirke førerens valg af hastighed og inducere risikobetonet kørsel, såkaldt kompenserende adfærd, fordi trafikanterne føler sig mere sikre.

Nærværende rapport beskriver sammenhængen mellem bilers årgang og førerens skadesgrad, givet at et uheld er sket. Rapporten omhandler den såkaldt betingede skadesgrad; rapporten omhandler ikke uheldsfrekvens. Der er i rapporten udarbejdet statistiske modeller for ovennævnte sammenhæng, idet der er anvendt data fra årene 2004-2010.

Rapporten undersøger, om der kan påvises en generel sammenhæng mellem bilers årgang og alvorlighedsgraden af de uheld, de er involveret i. Der ses således ikke på, i hvilket omfang bilens årgang har indflydelse på *hyppigheden* af uheldene. Begrundelsen for denne afgrænsning er, at menneskelige fejl og ikke bilens karakteristika er en hovedfaktor i årsagen til langt de fleste uheld. Desuden kræver modellering af uheldshyppighed bilspecifikke data om kørselsomfanget (eksponeringen), hvilket ikke er umiddelbart tilgængeligt.

Da det tidsmæssige aspekt indgår på flere planer, er der grund til at fremhæve og præcisere fire definitioner:

Uheldsåret: Observationsåret for det faktiske uheld, som føreren var involveret i.

Bilens årgang: Bilens første indregistreringsår.

Bilens alder: Opgøres på uheldstidspunktet, det vil sige som uheldsåret minus bilens årgang.

Førerens alder: Opgøres ligeledes på uheldstidspunktet, det vil sige uheldsåret minus førerens fødselsår.

Rapporten er opbygget således, at kapitel 2 indeholder en sammenfatning af den internationale viden om sammenhæng mellem skadesgraden i uheld og en række variable, herunder bilens alder og årgang. Kapitel 3 er en gennemgang af datagrundlaget for modelleringen, og kapitel 4 beskriver den anvendte model i analysen. Resultaterne er afrapporteret og fortolket i kapitel 5, og sluttelig diskuteres disse resultater i forhold til den internationale viden i kapitel 6.

2. International viden

Dette kapitel har som formål at gennemgå den videnskabelige litteratur, som beskæftiger sig med skadesgraden for bilførere i uheld og dennes sammenhæng med visse fører- og køretøjskarakteristika. Kapitlet munder ud i en opsummering, der danner baggrund for de forventninger, der stilles til dette studies resultater (afsnit 2.2).

De enkelte publikationer benytter forskellige metoder, datakilder og variable i deres analyser og er ikke i alle tilfælde direkte sammenlignelige. Samlet set giver litteraturen dog et overblik over emnet, som kan danne grundlag for hypoteser og valg af de variable, som anvendes i den endelige model.

Publikationerne er opdelt i tre kategorier, efter typen af uheld, der er analyseret (eneuheld, flerpartsuheld, både ene- og flerpartsuheld).

Fokus i litteraturgennemgangen er på sammenhængen mellem køretøjets årgang/alder og skadesgraden for føreren, givet at uheldet er sket. Endvidere gennemgås de korrigerende faktorer, som er inkluderet i de pågældende analyser, med henblik på at danne baggrund for at vurdere nærværende analyses parameterestimater for disse faktorer. For nogle af publikationerne er køretøjets årgang eller alder slet ikke inkluderet i analysen og i andre er passagerer også inkluderet i analysen, men publikationerne er alligevel medtaget, da de bidrager med viden om de korrigerende faktorer.

De forskellige studiers metode og inkluderede variable er samlet i bilag B.

2.1 Gennemgang af de vigtigste variable

De forskellige publikationer inkluderer forskellige variable i deres analyser. Denne udvælgelse er sket på baggrund af erfaring, den anvendte analysemetode og/eller kriterier for den statistiske signifikans. Der er naturligvis visse variable, som forekommer hyppigere end andre. I det følgende er disse variable beskrevet, og der er gjort rede for resultaterne med de pågældende variable – først i eneuheld, dernæst i flerpartsuheld og sidst i publikationer, der ikke skelner mellem ene- og flerpartsuheld.

2.1.1 Køretøjets alder eller årgang

Køretøjets alder og årgang er to forskellige variable, men da de er korrelerede, udtrykker de til en vis grad den samme information. Køretøjets alder er den alder, køretøjet har i årstallet for uheldet. Med stigende alder vil et køretøjs generelle stand forringes på trods af periodiske syn, rust kan erodere de bærende dele, og køretøjet kan få defekter på styretøj, bremses og andre sikkerhedsrelaterede komponenter. Køretøjets årgang angiver det årstal, hvor køretøjet er produceret eller for nogle kilder det årstal, hvor modellen er designet. Nyere årgange af køretøjer vil generelt være mere sikre end ældre, idet øget sikkerhed for de nyere årgange er tænkt ind allerede i designfasen, og de anvendte materialer vil være af bedre kvalitet. For eksempel vil en fabriksny Opel Corsa årgang 2011 være mere sikker end en (fabriksny) Opel Corsa årgang 1991. Analyserne beskrevet nedenfor er baseret på køretøjer fra det europæiske, amerikanske og australske kontinent,

og data antages derfor ikke at adskille sig væsentligt fra den danske bilpark med hensyn til vægt og konstruktion. Aldersfordelingen de enkelte datasæt imellem kan dog ikke antages at være ensartet, da forskellige lande har forskellige måder at beskatte køretøjer på, og indkomstfordelingen heller ikke er den samme. Følgelig vil bilparkens alderssammensætning være forskellig.

Eneuheld

Otte publikationer, som behandler eneuheld, har køretøjets alder med i deres analyse. Fem af publikationerne finder, at jo ældre et køretøj er, desto større er skadesgraden. Yau (2004) estimerer, at risikoen for alvorlig personskade eller for at blive dræbt i et uheld er 1,80 gange større i 5-9 år gamle køretøjer end i køretøjer yngre end 5 år. I køretøjer ældre end 9 år er risikoen 2,12 gange større. Et lignende resultat kommer Hutchinson og Anderson (2011) frem til i form af et fald i risikoen for at blive dræbt med 6 % pr. år køretøjet er yngre. Kockelman og Kweon (2002) konkluderer også, at ældre køretøjer medfører højere skadesgrad end yngre. Mendez m.fl. (2010) kommer frem til en meget lille og ikke signifikant effekt af køretøjets alder.

Mere modstridende resultater findes i Ulfarsson og Mannering (2004), som finder, at sandsynligheden for let personskade for kvinder stiger, jo ældre et køretøj er, mens sandsynligheden for ingen personskade, alvorlig personskade eller for at blive dræbt falder med stigende køretøjsalder.

I modsætning hertil finder Bedard m.fl. (2002), at risikoen for fatale skader øges med 1,05 pr. 5 år køretøjet er yngre, men påpeger samtidig, at resultatet bør fortolkes med forsigtighed, da effekten er meget lille.

Martin m.fl. (2003) og Martin og Lenguerrand (2008) finder ingen signifikant effekt af køretøjets alder i deres analyser.

Flerpartsuheld

I 1990'erne skrev Evans og Frick en serie publikationer, hvor betydningen af køretøjets alder for risikoen for at blive dræbt i et uheld blev undersøgt. I Evans og Frick (1992) konkluderes det, at der ikke er nogen forskel på risikoen for at blive dræbt i ældre og nyere biler, og i Evans og Frick (1993) finder forfatterne et fald i risikoen for at blive dræbt i et uheld fra 3,7 % til 2,7 % ved at gå fra et køretøj ældre end fra 1980 til et køretøj fra 1980 eller nyere. I et større studie (Evans og Frick 1994) finder forfatterne et lignende fald, men tilskriver det denne gang en ændring i køretøjets design.

Crandal m.fl. (2001) og Kockelman og Kweon (2002) finder en forhøjet betinget risiko for at blive dræbt i uheld for førere af ældre køretøjer, hvilket Anderson og Hutchinson (2010) også når frem til, dog med den bemærkning, at sikkerhedsudstyret i nyere køretøjer er bedre. Ulfarsson og Mannering (2004) kan kun finde en effekt af ældre køretøjer for kvindelige førere i form af en højere sandsynlighed for let personskade imod lavere sandsynlighed for alvorligere skader.

Broughton (2008) finder i en sin analyse af uheld i perioden 2001-2005, at førere af køretøjer fra 2000-2003 har en 57 % lavere risiko for at blive dræbt i et uheld end førere af køretøjer fra 1988-1991. Mendez m.fl. (2010) når med uheldsdata fra 2000-2005 frem til en reduktion i risiko på 32-45 % for at blive dræbt eller komme alvorligt til skade i uheld i køretøjer fra 2000-2005 sammenlignet med køretøjer fra før 1990, givet at uheldet er sket. Newstead m.fl. (2010) kommer frem til 84 % reduktion i denne risiko for køretøjer fremstillet i 2008 sammenlignet med køretøjer fremstillet i 1983. Hutchinson og Anderson (2011) estimerer en signifikant reduktion på hele 33 % pr. år køretøjet er yngre i risikoen for at blive dræbt (køretøjer fra 1990-2008 er inkluderet i analysen). Dette resultat er dog baseret på et stærkt begrænset antal uheld, nemlig 49.

Martin og Lenguerrand (2008) gennemfører tre analyser og konkluderer i to tilfælde, at der er en forhøjet risiko for at blive dræbt eller alvorligt skadet i ældre biler i forhold til nyere. I den sidste analyse kan der ikke estimeres nogen signifikant effekt af forskel i de uheldsimplicerede køretøjers alder. Heller ikke Newstead m.fl. (2004) når frem til nogen effekt af køretøjets alder på risikoen for at blive alvorligt skadet eller dræbt.

Helt modsat ovennævnte resultater viser Martin m.fl. (2003), at der er lavere risiko for personskade i ældre køretøjer, når man sammenligner køretøjer, der stammer fra henholdsvis før og efter 1990. Denne analyse er baseret på uheldsdata fra 1996 til 2000.

Både ene- og flerpartsuheld

I alle de undersøgte artikler er der fundet, at højere alder for køretøjet forværrer den betingede skadesgrad. Blows m.fl. (2003) finder ved at analysere spørgeskemaer om uheld fra 1998 og 1999, at køretøjer produceret før 1984 medfører 2,88 gange større risiko for personskade i forhold til køretøjer produceret efter 1994. Newstead m.fl. (2006) kommer ved deres analyse af uheld sket 1987-2004 frem til, at risikoen for alvorlig personskade eller for at blive dræbt falder med 67 % i køretøjer produceret i 2004 i forhold til 1983. Ryb m.fl. (2009) estimerer på baggrund af uheldsdata fra 1996-2008, at risikoen for at blive dræbt er 2,59 gange højere i køretøjer fra årgang 1998-2004 i forhold til i køretøjer fra 2005-2007.

O'Donnell & Connor (1996) finder også, at køretøjets alder øger risikoen for personskade, hvis køretøjet er i uheld, hvilket også er konklusionen i Kockelman og Kweon (2002). Farmer og Lund (2006) finder, at selv om risikoen for at blive dræbt er faldet over årene, er de personer, som kører i de ældste køretøjer, udsat for en forhøjet risiko.

2.1.2 Førerens køn

Førerens køn er en variabel, som er inkluderet i mange studier. Førerens køn anvendes ofte som forklarende og korrigerende variabel og er et udtryk for både førerens fysiske robusthed og risikoprofil. Mænd er på den ene side mere fysisk robuste og får derfor mindre alvorlige skader end kvinder i uheld med tilsvarende energiudladning. På den anden side kører mænd ofte hurtigere og mere risikobetonet end kvinder. Da disse to forhold trækker i hver sin retning, er det svært at få et entydigt resultat for kønnets betydning for skadesgraden.

Selv om der er forskel på trafikulturen landene imellem, må sammenhængen mellem risikoprofil og køn antages at være den samme i Danmark som for de lande der er rapporteret nedenfor. Forskellen i den fysiske robusthed mellem kønnene er naturligvis også den samme. Det er altså rimeligt at anvende resultater fra de anvendte publikationer i en dansk sammenhæng.

Eneuheld

De fleste forfattere finder, at kvinders betingede skadessandsynlighed er lavere end mænds: I Martin og Lenguerrand (2008) når forfatterne til det resultat, at den betingede risiko for at blive dræbt er 29 % lavere for kvinder end for mænd. Mendez m.fl. (2010) finder, at kvinder har en fjerdedel til en tredjedel den betingede skadessandsynlighed, som mænd har. Lignende resultater findes i Martin m.fl. (2003): Kvinder har $\frac{2}{3}$ så stor betinget sandsynlighed for at blive dræbt i forhold til mænd og Yau (2004): Kvinder har mindre end halvt så stor betinget sandsynlighed for at blive dræbt eller komme alvorligt til skade som mænd. Kockelman og Kweon (2002) og Wang og Kockelman (2005) finder en mindre risiko for kvinder, men rapporterer ikke direkte størrelsen. Der peges på, at kvinders lavere gennemsnitshastighed kunne være en forklaring på dette. Hastigheden er som nævnt almindeligvis repræsenteret i studierne som hastighedsgrænsen på den vej, hvor uheldet er sket og ikke den faktisk kørte hastighed.

Andre undersøgelser finder det modsatte. Ulfarsson og Mannering (2004) finder, at kvinders sandsynlighed for personskade, er 24 % højere og sandsynligheden for at blive dræbt 60 % højere end mænds, givet at uheldet er sket. Lignende resultat kommer Bedard m.fl. (2002) frem til: de finder kvinders betingede sandsynlighed for at blive dræbt til at være 54 % højere end mænds.

Flerpartsuheld

Kockelman og Kweon (2002), Martin m.fl. (2003), Wang og Kockelman (2005), Martin og Lenguerrand (2008) og Crandal m.fl. (2001) konkluderer alle, at mænd har lavere risiko end kvinder for at blive alvorligt skadet eller dræbt, givet at de er involveret i en ulykke.

Der er flere studier, som ikke finder nogen signifikant forskel mellem mænds og kvinders betingede sandsynlighed for at blive dræbt eller komme til skade (Farmer m.fl. 1997, Toy og Hammitt 2003, Anderson og Hutchinson 2010). Selv det modsatte resultat, at kvinder har lavere risiko for personskade eller for at blive dræbt i uheld, er rapporteret i Mendez m.fl. (2010). Dette kan som ovenfor nævnt have baggrund i kvinders mindre aggressive kørestil.

Newstead m.fl. (2004, 2010) korrigerer for køn i analyserne, men rapporterer ikke effekten af kønnet. Ulfarsson og Mannering (2004) udarbejder individuelle modeller for de to køn og kan ved sammenligning se, at der er forskelle på de to køns risiko for at blive dræbt i et uheld.

Både ene- og flerpartsuheld

Der er korrigeret for førerens køn i næsten alle de undersøgte analyser. Kockelman og Kweon (2002) og O'Donnel og Connor (1996) finder alle, at mænd har mindre sandsynlighed for personskade end kvinder, men rapporterer ikke direkte effekten. Eluru og Bhat (2007) estimerer, at mænd har ca. 40 % mindre sandsynlighed for at blive dræbt i et uheld end kvinder.

Modsat kommer Ryb m.fl. (2009) frem til, at mænd har større sandsynlighed for at blive dræbt end kvinder, dog uden at resultatet er signifikant.

Både Newstead m.fl. (2006) og Blows m.fl. (2003) korrigerer for førerens køn i analysen, men rapporterer ikke den fundne effekt.

2.1.3 Førerens alder

Som for førerens køn er der ofte korrigeret for førerens alder. Førerens alder er på samme måde en indikation af både fysisk robusthed og risikoprofil. Yngre førere er mere robuste end ældre, og mange yngre førere har en mere risikobetonet kørsel. Tilsvarende kan ældre førere have fysiske eller kognitive funktionsnedsættelser, som eksempelvis øger reaktionstiden og dermed øger skadesgraden i uheld.

Som for førerens køn antages det, at danske føreres alder har samme sammenhæng med skadesgraden i de lande, som de anvendte publikationer refererer til.

Eneuheld

I Ulfarsson og Mannering (2004) finder forfatterne, at den betingede sandsynlighed for personskade er højere for personer under 25 og over 65 år. Kockelman og Kweon (2002) kommer ligeledes frem til, at personer omkring 50 år har den mindste risiko for personskade i eneuheld, og det samme gør Yau (2004). I begge tilfælde er der altså tale om en U-formet kurve for risikoen for personskade som funktion af førerens alder, givet at uheldet er sket. Dette er umiddelbart overraskende, da unge mennesker er mere fysisk robuste end midaldrende og ældre, men eneuheld med unge er ofte forbundet med meget høj hastighed, hvilket formentlig er det forhold, der gør sig gældende.

Andre forfattere finder en stigende risiko for personskade med stigende alder (Jones og Whitfield 1988, Bedard m.fl. 2002, Martin m.fl. 2003, Wang og Kockelman 2005, Martin og Lenguerrand 2008 og Mendez m.fl. 2010). Resultaterne i Bedard m.fl. (2002) viser, at ikke alle aldersgrupper har signifikant forskellig sandsynlighed for personskade, givet at uheldet er sket, og i flere af de ovennævnte publikationer er resultaterne nok signifikante, men effekterne meget små.

Flerpartsuheld

De fleste af de undersøgte publikationer, der behandler førerens alder, finder, at jo ældre en uheldsinvolveret fører er, desto større er skadesgraden.

Martin og Lenguerrand (2008) sammenligner førere over 65 år med førere i aldersgruppen 18-24 år og estimerer en overrisiko for de ældre for at blive dræbt i et uheld til at væ-

re 1,44-5,70 gange. I Martin m.fl. (2003) kommer man frem til en overrisiko på 10,24 for mænd og 4,60 for kvinder ved at sammenligne førere over 65 år med 18-44-årige, og Toy og Hammitt (2003) konkluderer, at risikoen for at blive dræbt som fører stiger med 4 % pr. leveår, hvilket er i overensstemmelse med Anderson og Hutchinson (2010) og Hutchinson og Anderson (2011).

Farmer m.fl. (1997) kommer frem til 3,46-4,52 gange større risiko for at blive alvorligt skadet eller dræbt for førere ældre end 65 år i forhold til førere under 65 år. Mendez m.fl. (2010) finder denne overrisiko til at være 1,67 gange for førere over 59 år i forhold til 18-24 årige. Ved aldersforskelle på 10 år finder Wang og Kockelman (2005) kun en 2 % stigning i sandsynlighed for personskade og en 6 % stigning i sandsynlighed for at blive dræbt. Kockelman og Kweon (2002) rapporterer også en stigning i skadesgrad med stigende alder.

Ulfarsson og Mannering finder som de eneste ikke, at førerens alder er en signifikant variabel i deres model. Newstead m.fl. (2004, 2010) korrigerer for alderen i deres analyse, men rapporterer ikke effekten af den.

Både ene- og flerpartsuheld

Resultater af modellering af førerens alder peger i samme retning. Kockelman og Kweon (2002) og Ryb m.fl. (2009) finder, at jo højere alder føreren har, desto højere vil skadesgraden være, hvis der sker et uheld. Eluru og Bhat (2007) estimerer, at gruppen af førere under 25 år generelt har mindre skader sammenlignet med førere over 74 år. For uheld som medfører, at føreren bliver dræbt, har førere over 74 år en næsten 30 gange større risiko i forhold til førere under 25 år.

Blows m.fl. (2003) og Newstead m.fl. (2006) korrigerer for førerens alder i analysen, men angiver ikke effekten for de enkelte aldersgrupper.

2.1.4 Hastighedsbegrænsning eller faktisk hastighed

Den hastighed, hvormed et uheld er sket, er relevant, da højere hastighed i uheldsøjeblikket vil medføre en større mængde energi, som skal absorberes af køretøjet og/eller føreren. Det gælder, at man stort set aldrig har adgang til de enkelte køretøjers hastighed i uheldsøjeblikket. Derfor benytter man ofte hastighedsbegrænsningen som en tilnærmelse (proxy) for den hastighed, som køretøjet har haft i uheldsøjeblikket. Dette er naturligvis en tilnærmelse.

Mængden af energi, som frigøres ved et sammenstød med en given hastighed, afgøres af en fysisk lov og er derfor alment gældende.

Eneuheld

Publikationerne rapporterer næsten entydigt, at højere hastighed giver større skadesgrad, givet at uheldet er sket.

I Bedard m.fl. (2002) rapporteres, at der med højere hastighed er stigende risiko for at blive dræbt, givet at uheldet er sket. Mere konkret finder de, at risikoen er 2,64 gange hø-

jere for hastigheder over 112 km/t end ved hastigheder under 56 km/t. Den største sandsynlighed for personskade finder Wang og Kockelman (2005) ved 60 miles/t (svarende til 96 km/t).

Kockelman og Kweon (2002) finder, at der er en stigende sandsynlighed for højere skadesgrader med højere hastigheder. Et lignende resultat finder Ulfarsson og Mannering (2004) for mænd ved at se på overtrædelser af hastighedsgrænsen. Resultatet for kvinder er mere uklart. Mendez m.fl. (2010) anvender også overtrædelser af hastighedsgrænsen og når frem til 8-69 % højere risiko for alvorlig personskade eller for at blive dræbt i uheld ved overtrædelse af hastighedsgrænsen i forhold til risikoen ved overholdelse af hastighedsgrænsen.

Af de publikationer som inddrager hastighed i deres analyse, er det kun Yau (2004), som finder, at hastighed ikke er signifikant. I analysen gives der ikke nogen forklaring herpå, men da analysen baserer sig på bytrafik, er trængsel en mulig forklaring.

Flerpartsuheld

I litteraturen er det dokumenteret, at højere hastighed medfører større skader ved flerpartsuheld. Farmer m.fl. (1997) estimerer 34-47 % højere risiko for alvorlig eller fatal personskade for hver 5 miles/hour (8 km/t) hastigheden sættes op. Når hastighedsgrænsen sættes op fra 35 til 45 miles/hour, observerer Wang og Kockelman (2005), at sandsynligheden for alvorlig personskade stiger med 16,4 %, og at sandsynligheden for at blive dræbt stiger med 86,6 %. Kockelman og Kweon (2002) konkluderer også, at højere hastigheder medfører større skader.

Ved hastigheder højere end de tilladte finder Mendez m.fl. (2010), at risikoen for alvorlig personskade eller for at blive dræbt er 1,28-2,17 gange højere, end ved overholdelse af hastighedsgrænsen.

Ulfarsson og Mannering (2004) kontrollerer for hastigheden i deres model for uheld med to køretøjer, men rapporterer ikke effekten. Newstead m.fl. (2004, 2010) anvender ligeledes hastigheden i deres model, men rapporterer heller ikke effekten.

Både ene- og flerpartsuheld

Hastighedsbegrænsningens (og dermed indirekte hastighedens) betydning for skadesgraden er undersøgt i flere artikler. Eluru og Bhat (2007) finder, at den betingede sandsynlighed for at blive dræbt forøges med ca. 50 % i forhold til veje med hastighedsbegrænsning under 26 miles/hour (42 km/t), hvis det sker på veje med en hastighedsbegrænsning på 26-64 miles/hour (42-102 km/t) og 22-71 % på veje med en hastighedsbegrænsning over 64 miles/hour (102 km/t). Dette er i tråd med resultaterne fra Kockelman og Kweon (2002). Tilsvarende finder Ryb m.fl. (2009), at hastigheder over 80 km/t giver en 17,7 gange større risiko for at blive dræbt i et uheld i forhold til uheld, som er sket med hastigheder under 40 km/t.

O'Donnel og Connor (1996) estimerer, at hvis hastigheden, hvormed et uheld sker, stiger 1 %, stiger sandsynligheden for at blive alvorligt skadet med 0,21 %, og at sandsynligheden for at blive dræbt stiger med 0,56 %.

Newstead m.fl. (2006) og Blows m.fl. (2003) korrigerer for hastigheden i deres analyser, men rapporterer ikke effekten.

2.1.5 Føre og vejrlig

Vejrliget og især føret er variabler, som ofte er medtaget i analyser, da vejret og føret i væsentlig grad kan forandre både de fysiske omstændigheder for uheldet og sammensætningen af den gruppe førere, som vælger at køre. Sne og is vil medføre, at biler har sværere ved at få vejgreb og vil dermed forøge bremselængden, men typisk vil man også opleve, at der køres mere forsigtigt, når der ligger sne og is på vejene. I "dårligt" vejr vil de mere uerfarne bilister og de ældre bilister typisk være de første til at fravælge at køre ud, og sammensætningen af bilister i trafikken er derfor anderledes end i "godt" vejr.

Vejrliget og føret er vanskelige at repræsentere kvantitativt på troværdig vis, og i nedenstående publikationer gøres det på forskellige måder. Vejrligets påvirkning må antages at være nogenlunde uafhængig af geografisk placering, og resultaterne fra publikationerne er derfor anvendelige i en dansk sammenhæng.

Eneuheld

Fire publikationer har korrigeret for vejrlig og føre i deres analyse. Wang og Kockelman (2005) definerer vejret/føret på uheldstidspunktet som enten "dårligt" (regn, sne, tåge) eller "godt" (alle andre typer vejr). De finder, at der er en signifikant lavere sandsynlighed for alvorlig personskaade eller for at blive dræbt, hvis vejret/føret er "dårligt", end hvis det er "godt". Mendez m.fl. (2010) finder tilsvarende en reduktion på mellem 4 % og 32 % af risikoen for at få en alvorlig personskaade eller blive dræbt, hvis vejen er våd, tiliset eller dækket af sne i forhold til tør vej.

Ulfarsson og Mannering (2004) undersøger enkelte vejrtypers (tåge, regn, sne, is) sammenhæng med skadesgraden. Deres resultater er signifikante, men giver ikke entydige svar på, hvordan vejrliget påvirker skadesgraden.

I analysen fra Yau (2004) undersøges regnvejrs sammenhæng med skadesgraden. Den findes ikke signifikant.

Flerpartsuheld

Kun to publikationer inkluderer vejrliget og føret i deres analyse af uheld med to køretøjer. Dårligt vejr (regn, sne, tåge) observeres at reducere sandsynligheden for personskaade med 16,4 % og for at blive dræbt med 32,5 % (Wang og Kockelman 2005). Mendez m.fl. (2010) undersøger effekten af glat føre og finder også, at glat føre nedsætter risikoen for alvorlig personskaade eller for at blive dræbt med 4-24 % i forhold til normalt føre. Tallene er dog ikke signifikante.

Både ene- og flerpartsuheld

Kun to publikationer har korrigeret for vejrlig og føre i deres analyse. Kockelman og Kweon (2002) kommer frem til, at der er en lavere skadesgrad, når vejret er "dårligt" (regn, sne, tåge), hvilket de forklarer med, at gennemsnitshastigheden er lavere i disse

situationer. Et lignende resultat når Eluru og Bhat (2007) frem til, da de finder, at "dårligt" vejr (regn, sne, tåge) nedsætter risikoen for at blive dræbt i et uheld med 8,8-13,4 %

2.1.6 Køretøjets vægt

Køretøjets vægt giver information om, hvor solidt køretøjet er konstrueret. Køretøjer med høj styrke i konstruktionen er typisk også tungere, da den større styrke kommer fra øget brug af stål. Ligeledes påvirker et tungt køretøj med en større energimængde i et sammenstød end et lettere.

Vægten har en positiv sammenhæng med bilens længde og bredde og afhænger også af dens design.

Eneuheld

Køretøjsvægten er undersøgt i fem publikationer om eneuheld. Jones og Whitfield (1988) undersøger køretøjsvægtens sammenhæng med uheld med og uden selebrug. Resultaterne viser, at vægten udelukkende er signifikant for uheld uden selebrug, således at tungere køretøjer er mere sikre end lettere når der ikke bruges sele. Et lignende resultat findes i Martin og Lenguerrand (2008), hvor risikoen for at blive dræbt i et køretøj med en vægt over 1.150 kg kun er 11 % sammenlignet med køretøjer med en vægt under 850 kg. Hutchinson og Anderson (2011) støtter dette med et rapporteret fald på i risiko på 4 % for hver 100 kg øget køretøjsvægt.

Modsat finder Martin m.fl. (2010), at højere køretøjsvægt medfører større risiko for alvorlig personskade eller for at blive dræbt. Wang og Kockelman finder ligeledes, at førere og passagerer i tungere køretøjer har højere skadesgrader, men foreslår, at dette måske i højere grad skyldes køretøjets design frem for dets vægt.

Flerpartsuheld

Køretøjets vægt er blevet undersøgt i mange analyser. I Evans og Frick (1992) påpeges det, at vægten er en vigtig faktor, men giver ikke direkte et mål for effekten, og i Evans og Frick (1993) estimeres det, at for hver 1 % mindre køretøjsvægt forhøjes risikoen for at blive dræbt 2,7-4,3 %, hvis køretøjet er impliceret i et uheld. I uheld hvor det ene køretøj er 50 % tungere end det andet, er risikoen for at blive dræbt i det letteste af køretøjerne 2,6-5,1 gange så stor som i det tungeste køretøj (Evans og Frick 1994). Lignende undersøgelser er rapporteret i Evans (1994, 2001) med samme konklusion.

Crandall m.fl. (2001) finder, at risikoen for at blive dræbt reduceres med 29 % pr. 100 kg øget køretøjsvægt, hvilket er i samme størrelsesorden som den 7-13 % reduktion af risikoen for at blive alvorligt skadet, som Farmer m.fl. (1997) estimerer.

Ved sammenligning af køretøjer lettere end 800 kg med køretøjer tungere end 1200 kg finder Martin m.fl. (2003), at førere i de lette køretøjer har 6 gange større risiko for personskade og 25 gange større risiko for at blive dræbt i forhold til førere i de tunge køretøjer. Martin og Lenguerrand (2008) rapporterer, at risikoen for at blive dræbt i et uheld estimeres til 1,16 gange større, hvis der er over 340 kg forskel på køretøjernes vægt i forhold til en forskel i køretøjernes vægt på under 84 kg.

Wang og Kockelman (2005) finder, at tungere køretøjer nedsætter skadesgraden for uheld med to køretøjer. Uden direkte at referere til vægten finder Broughton (2008), at førere af "små køretøjer" i sammenstød med 'store køretøjer' har 4 gange større risiko for at blive dræbt.

Både ene- og flerpartsuheld

O'Donnel og Connor (1996) estimerer, at lettere køretøjer giver en større skadesgrad end tungere køretøjer. Ryb m.fl. (2009) rapporterer, at større køretøjer giver en lavere risiko for, at føreren bliver dræbt i et uheld, men effekten er ikke signifikant.

2.1.7 Sikkerhedssele eller airbag

Sikkerhedssele er en af de mest basale former for sikkerhedsudstyr i en bil og er et lovbestemt krav i alle køretøjer. Desværre er det ikke alle førere, som anvender sikkerhedssele, selv om Danmark har en høj rate for selebrug, især for førere af personbil (93,3 %, Hels m.fl. 2007). I politiets uheldsrapporter er det ofte, men ikke altid, angivet, om en fører har anvendt sele eller ej.

I nyere biler er airbags også standardudstyr. Airbaggen udløses af et elektronisk kredsløb, når der forekommer en deceleration, som er over en vis defineret størrelse. Der er en klar sammenhæng mellem tilstedeværelsen af airbag i en bil og alvorlighedsgraden af uheld, således at tilstedeværelse af airbag mindsker uheldets alvorlighedsgrad.

Selv om andelen af køretøjer med airbags og andelen af førere, som anvender sikkerhedssele, varierer landene imellem, må de sikkerhedsmæssige effekter af airbags og sikkerhedssele antages at være stort set ens, og resultaterne af analyserne er derfor anvendelige i en dansk sammenhæng.

Eneuheld

Sikkerhedssele er ofte medtaget i analyser. Wang og Kockelman (2005) rapporterer en 90 % reduktion i sandsynligheden for personskaade og en 72 % reduktion i sandsynligheden for at blive dræbt i eneuheld ved anvendelse af sikkerhedssele. I Bedard m.fl. (2002) er reduktionen i risikoen for at blive dræbt estimeret til mellem 18 % og 54 %. Disse resultater er konsistente med Jones og Whitfield (1988), Martin m.fl. (2003), Ulfarsson og Mannering (2004) og Mendez m.fl. (2010). Yau (2004) ser kun en effekt af sikkerhedssele i lastbiler.

Effekten af airbag er undersøgt af Martin og Lenguerrand (2008), men de finder ingen signifikant effekt af frontairbags på skadesgraden.

Flerpartsuheld

Hvis et køretøj kommer i et flerpartsuheld, reduceres risikoen for at blive alvorligt skadet med 36,3 % og risikoen for at blive dræbt med 47,3 %, hvis der anvendes sikkerhedssele (Wang og Kockelman, 2005). Farmer m.fl. (1997) estimerer op mod 5,75 gange større risiko for alvorlig personskade, hvis der ikke anvendes sikkerhedssele, hvilket er tæt på de 5,89 gange større risiko, som Martin m.fl. (2003) rapporterer. Resultaterne i Crandall m.fl. (2001), Toy og Hammitt (2003), Martin og Lenguerrand (2008) og Mendez m.fl. (2010) peger i samme retning.

Evans og Frick (1993) har sikkerhedsselebrug med i deres analyse, men rapporterer ikke effekten, da de mener, at resultatet er utroværdigt på grund af systematiske fejlrapporteringer af selebrug. Det antydes i Evans (1994), at effekten af sikkerhedssele er lavere i uheld med to køretøjer end i eneuheld.

Ved frontaluheld finder Crandall m.fl. (2001), at airbags reducerer risikoen for at føreren bliver dræbt med 63 %.

Både ene- og flerpartsuheld

I tre publikationer er der korrigeret for brugen af sikkerhedssele. Ryb m.fl. (2009) kommer frem til, at manglende brug af sikkerhedssele giver 2,11 gange større risiko for at blive dræbt, hvis køretøjet er impliceret i et uheld. Eluru og Bhat (2007) finder, at sandsynligheden for at blive dræbt stiger med op imod 130 % hvis der ikke anvendes sikkerhedssele. Også O'Donnel og Connor (1996) finder en positiv effekt af sikkerhedssele.

Ingen af publikationerne undersøger effekten af airbag.

2.1.8 Kollisionstype

Skaderne, som personer pådrager sig i uheld, vil typisk være afhængige af kollisionspunktet. En kollision fra venstre vil være mest farlig for føreren sammenlignet med en kollision fra højre. Ligeledes kan der være forskel på skaderne på front- henholdsvis bagendekollisioner. Sammenhængen mellem kollisionstype og skadesgrad er dog ikke entydig, idet bilen ved et voldsomt sammenstød kan dreje rundt, og føreren kan blive slynget rundt i bilen og få alvorlige skader, selv om kollisionspunktet er for eksempel i højre side.

Sammenhængen mellem kollisionstypen og uheldets alvorlighedsgrad har udelukkende at gøre med fysiske love om energiudladninger, og resultater fra publikationerne er derfor sammenlignelige med danske forhold.

Eneuheld

Ikke undersøgt.

Flerpartsuheld

I uheld med to køretøjer finder Evans og Frick (1993), at der er 2,2 gange større risiko for, at føreren bliver dræbt i et uheld, hvis kollisionspunktet er i venstre frem for i højre side.

Martin og Lenguerrand (2008) kommer til den konklusion, at sidekollisioner medfører den største risiko for at blive dræbt, hvilket er i overensstemmelse med Toy og Hammitt (2003) og Martin m.fl. (2003).

Farmer m.fl. (1997) konkluderer, at sandsynligheden for alvorlig personskade eller for at blive dræbt stiger, hvis køretøjet under uheldet ruller rundt. Kockelman og Kweon (2002) kommer ligeledes til den konklusion, at risikoen er større, hvis køretøjet ruller rundt end ved frontal-, bagende- eller sidekollisioner.

Mendez m.fl. (2010) estimerer, at frontalkollisioner har 5,00-8,16 gange større risiko for personskade end bagendekollisioner.

Både ene- og flerpartsuheld

I de undersøgte publikationer fremkommer forfatterne med forskellige svar på, hvad der er den mest risikofyldte kollisionstype. Kockelman og Kweon (2002) estimerer, at den farligste kollisionstype er, hvis køretøjet ruller rundt. O'Donnel og Connor (1996) finder, at frontalkollisioner medfører den største skadesgrad. Dette støttes af Eluru og Bhat (2007), som estimerer, at frontalkollisioner har 133-168 % større sandsynlighed for at medføre, at føreren bliver dræbt end bagendekollisioner.

Ryb m.fl. (2009) konkluderer, at sidekollisioner medfører en 2,20-2,94 gange så høj risiko for, at føreren bliver dræbt end frontalkollisioner.

2.2 Opsummering

I tabel 2.1 er der på baggrund af den videnskabelige dokumentation angivet de forventede resultater af modelleringen i denne rapport, det vil sige den hypotese, der arbejdes ud fra. Ud for hver hypotese er angivet, hvor mange studier, der er nået til samme konklusion blandt dem, der har analyseret den pågældende faktor.

Tabel 2.1 Forventede resultater på baggrund af international videnskabelig litteratur

Hypotese	
Køretøjets alder	Større betinget sandsynlighed for personskade desto ældre køretøjet er (12 ud af 13 studier).
Køretøjets årgang	Større betinget sandsynlighed for personskade desto ældre årgang køretøjet er (9 ud af 15 studier).
Førerens køn	Modstridende resultater: Højest betinget sandsynlighed for personskade for kvinder (8 ud af 26 studier) eller højest betinget sandsynlighed for mænd (7 ud af 26 studier).
Førerens alder	Betinget sandsynlighed for personskade stiger med stigende alder (18 ud af 27 studier).
Hastighed	Større betinget sandsynlighed for personskade desto højere hastighed (13 ud af 19 studier).
Føre og vejrlig	Mindre betinget sandsynlighed for personskade i "dårligt" vejr, dvs. regn, sne, tåge (6 ud af 8 studier).
Køretøjets vægt	Større betinget sandsynlighed for personskade desto lettere køretøjet er (15 ud af 18 studier).
Sikkerhedssele/airbag	Mindre betinget sandsynlighed for personskade hvis sikkerhedssele/airbag er anvendt (17 ud af 20 studier).
Kollisionstype	Sidekollisioner forbundet med størst betinget sandsynlighed for personskade (5 ud af 12 studier).

Køretøjets alder finder langt de fleste forfattere er en signifikant variabel, som har den effekt, at ældre køretøjer forbindes med en højere skadesgrad. For flerpartsuheld er dette ikke helt så klart udtrykt som ved eneuheld. Ikke alle forfattere finder denne effekt, men langt de fleste artikler kommer frem til denne konklusion. Det samme gælder køretøjets årgang: Jo ældre årgang, desto højere skadesgrad.

Når det gælder sammenhængen mellem førerens køn og den betingede sandsynlighed for personskade, er resultaterne langt fra entydige. For eneuheld finder 6 ud af 8 forfattere, at kvinder pådrager sig mindre skader end mænd. Kun to artikler finder det modsatte. Dette hænger formentlig sammen med kvinders mindre aggressive kørestil og lavere hastighed, således at når kvinder kommer i eneuheld, bliver skaden mindre. I flerpartsuheld er resultaterne endnu mere tvetydige: Fem studier finder, at kvinder har den højst betingede sandsynlighed for personskade, ét studie finder det omvendte, og tre studier finder usignifikante forskelle mellem mænd og kvinder. Det hyppigst forekommende resultat, at kvinder har højere betinget sandsynlighed for personskade, stemmer overens med, at kvinder generelt er mindre fysisk robuste end mænd.

Langt størstedelen af de artikler, som undersøger førerens alder i forbindelse med skadesgraden, finder, at ældre personer kommer mere alvorligt til skade end yngre. Dette stemmer overens med, at ældre mennesker af begge køn generelt er mindre fysisk robuste end yngre og derfor kun kan tåle mindre påvirkning uden at pådrage sig skade.

Hastigheden eller hastighedsbegrænsningen rapporteres at have en klar sammenhæng med skadesgraden. Jo højere hastighed på uheldstidspunktet, desto større skadesgrad vil personerne pådrage sig. Resultaterne er klare og i overensstemmelse med fysikkens love.

Sne, regn, tåge og glat føre medfører, i modsætning til hvad man umiddelbart skulle tro, en lavere betinget skadesgrad. Dette hænger formentlig sammen med, at bilførere generelt kører langsommere i dårligt føre. Når uheldet sker, bliver det derfor ikke så alvorligt.

Hvad angår køretøjets vægt, er det generelle billede i de gennemgåede artikler, at lavere køretøjsvægt medfører større skadesgrad. Dog er vægten kun undersøgt et par gange for ene- og flerpartsuheld med ikke helt entydig konklusion. At lavere køretøjsvægt medfører større skadesgrad, er i overensstemmelse med fysiske love om energiudladninger.

Effekten af brugen af sikkerhedssele er ret entydig: sikkerhedsselen giver en lavere skadesgrad. Effekten af airbags er mindre undersøgt, og billedet er mere utydeligt.

Hvad angår kollisionstypen, peger konklusionerne i flere retninger. Dog finder 5 ud af 12 studier, at sidekollisioner er forbundet med den højeste sandsynlighed for personskade. Kollisioner er ikke altid simple, og der kan udspille sig forskellige forløb efter en kollision, hvilket formentlig er grunden til at det er svært at udpege præcis den type kollision, som er den farligste.

3. Datagrundlag for modelleringen

Datagrundlaget for den statistiske modellering af skadesgraden er Vejdirektoratets uheldsdatabase for perioden 2004-2010 samt en database med tekniske oplysninger om bilmodellerne fra Danmarks Automobilforhandler Forening. Der er medtaget uheldsdata for en række år med henblik på at kunne adskille effekten af køretøjets alder og årgang for at udelukke, at en eventuel effekt skyldes slitage- eller vejrligsbestemte tekniske fejl på køretøjerne.

3.1 Uheldsdatabase

Vejdirektoratets uheldsdatabase rummer alle politiregistrerede uheld i Danmark. Database indeholder en række tabeller med følgende variable:

Tabel 3.1 Variable i uheldsdatabase

Uheldet	Personer i uheldet	Elementerne i uheldet
<ul style="list-style-type: none">• Årstal for uheldet• Uheldssituation• Sigtbarhed• Vej• Føre• Vejbelysning• Gade- og vejtype	<ul style="list-style-type: none">• Alder• Køn• Kørekort• Personart (fører, passager, fodgænger, etc.)• Alkoholpromille• Sygdomstegn• Selebrug• Personskade (ingen/kun materiel/ let/alvorlig/ dræbt)	<ul style="list-style-type: none">• Elementart (personbil, cykel, vejtræ, etc.)• Model• Fabrikat• Kollisionpunkt• Totalvægt af køretøj• Første reg.dato for køretøj

Variablen "personskade" er angivet i fire kategorier: ingen/kun materiel skade, let personskade, alvorlig personskade, dræbt (tabel 3.2). Graden af personskade vurderes af politiet på uheldsstedet, og der er derfor en vis usikkerhed i angivelsen, da politiet ikke er lægefaglige eksperter. Til gengæld er det rimeligt at antage, at der ikke er nogen systematisk bias i indrapporteringen af skadesgrad.

De variable, som er anvendt i modellen, er angivet senere sammen med deres specifikation.

Tabel 3.2 De fire skadesgrader og deres definitioner

Skadestype	Definition
Materiel skade/ingen personskade	Materiel skade over 50.000 kr. for hvert køretøj eller 5.000 kr. for anden materiel skade. Ingen personskade ud over blå mærker og lignende.
Let personskade	Personskade, der kræver egentlig lægelig behandling.
Alvorlig personskade	Personskade som læsioner, knoglebrud, hjernerystelse eller lignende.
Dræbt	Dræbt som følge af trafikuheldet inden for 30 dage som direkte følge af dette. Hvis føreren dør senere, registreres det som alvorlig tilskadekomst.

3.2 Køretøjsdatabase

Eftersom Vejdirektoratets uheldsdatabase indeholder et begrænset antal variable som beskriver de enkelte køretøjers karakteristika, er disse koblet med information fra en database fra Danmarks Automobilforhandler Forening over bilmodeller solgt i Danmark fra 1986 til 2008.

Tabel 3.3 Variable i køretøjsdatabase

Køretøjets karakteristika	Køretøjets motor	Sikkerhedsinformationer
<ul style="list-style-type: none"> • Model • Fabrikat • Variant • Modelårgang • Egenvægt • Totalvægt 	<ul style="list-style-type: none"> • Motorstørrelse (slagvolumen) • Hestekræfter (hk) 	<ul style="list-style-type: none"> • ABS-bremser • Antal airbags

For køretøjer fra 2009 og 2010 er der foretaget ekstrapolering af vægt og vægtratio, da det antages, at køretøjer fra disse to år ikke adskiller sig væsentligt fra den tendens, man ser i de foregående år.

3.3 Fletning af databaser

For at få korrigeret for faktorer som påvirker den skadesgrad, en person får, er de to databaser blevet flettet. Indledningsvist er der foretaget en manuel gennemretning af uheldsdatabasens variable over Model og Fabrikat, da disse to variable kan indeholde skrive- og tastefejl.

Herefter kunne de to databaser sammenflettes ved hjælp af de fire variable: Model, fabrikat, totalvægt og modelårgang (første registreringsdato). Denne fremgangsmåde koblede langt størstedelen af køretøjerne korrekt. Da der er foretaget manuel gennemretning af Model og Fabrikat, kunne der udelukkende forekomme fejl de steder, hvor det ikke var muligt at tyde informationen i uheldsdatabasen. Desuden forudsættes det, at modelårgangen og årstallet for første registrering af køretøjet er de samme, hvilket generelt også er tilfældet for biler importeret som brugte fra udlandet. De steder, hvor der er manglende værdier, er der foretaget imputation, det vil sige, at den manglende værdi er erstattet af en værdi fra en lignende observation.

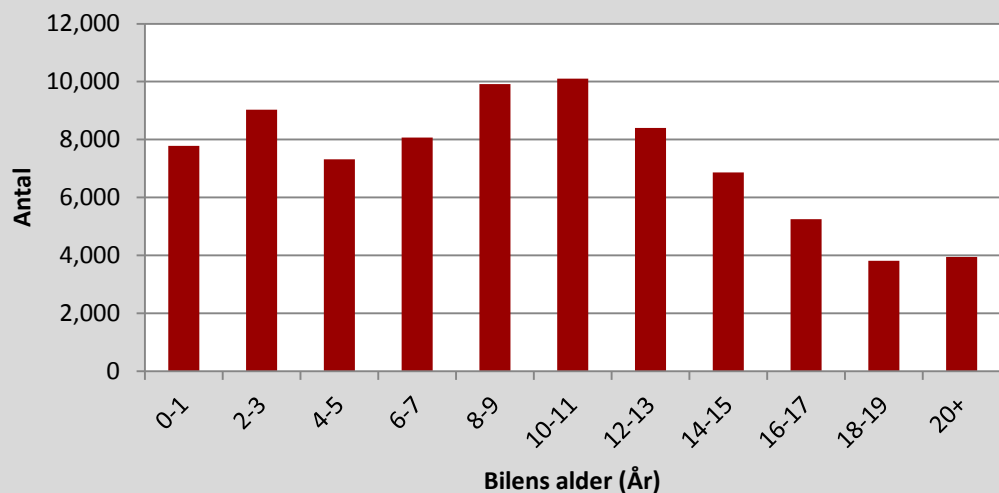
3.4 Datasæt til brug i analyse

I analysen indgår førere køretøjer involveret i ene- og flerpartsuheld udelukkende med person- og varebiler fra perioden 2004 til 2010. Dermed er uheld som eksempelvis involverer lastbiler, cyklister eller fodgængere ikke medtaget.

Alt i alt giver dette 80.502 observationer af førere i personbiler og varebiler i 49.405 uheld. De følgende diagrammer giver et overblik over datagrundlagets sammensætning.

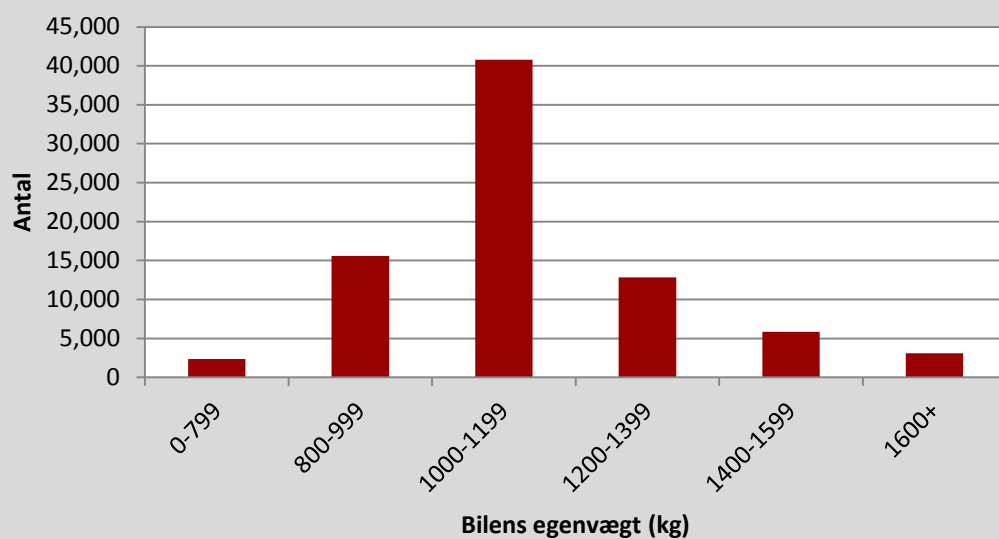
3.4.1 Aldersfordeling for køretøjer

Figur 3.1 Frekvensdiagram over køretøjets alder på uheldstidspunktet



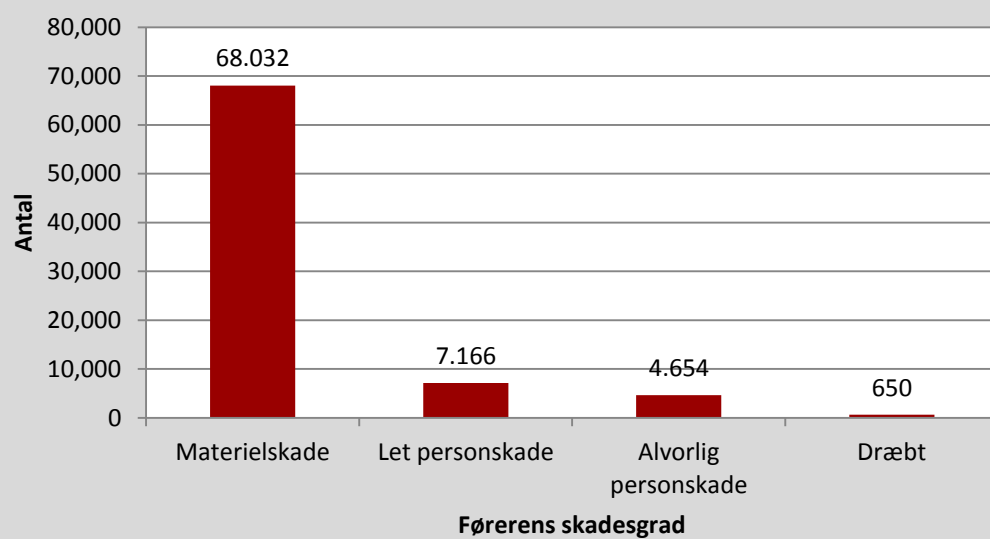
3.4.2 Køretøjets egenvægt

Figur 3.2 Fordelingen af køretøjenes egenvægt



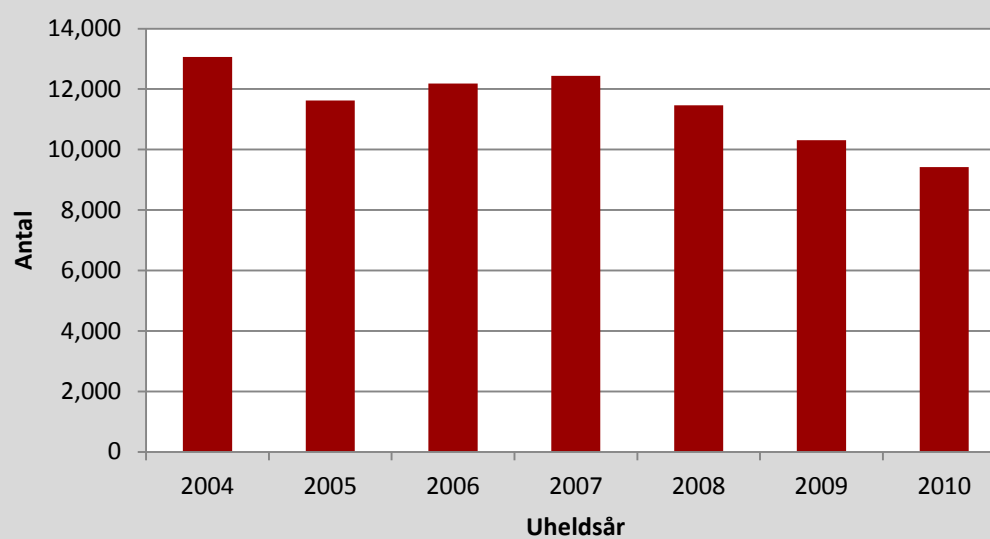
3.4.3 Førerens skadesgrad

Figur 3.3 Fordelingen af skadesgrad i uheld (2004-2010)



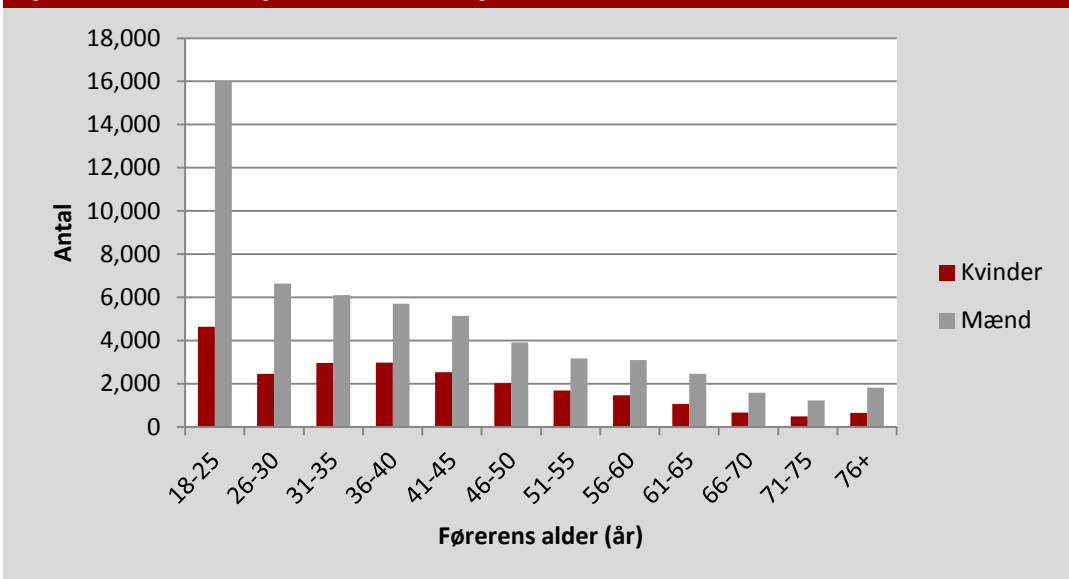
3.4.4 Uheldsår

Figur 3.4 Fordelingen af årstal for uheldene



3.4.5 Førernes alder og køn

Figur 3.5 Frekvensfordelingen af førernes alder og køn



4. Metode

I en undersøgelse af sammenhæng mellem betinget skadesgrad og køretøjsårgang er det nødvendigt at isolere effekten af årgangen fra effekten af variable, der varierer på samme måde som køretøjsårgangen. Da forskellige typer af føreradfærd formodes at variere systematisk med førerens valg af bil, må denne menneskelige faktor i høj grad være korreleret med bilens karakteristika, herunder bilens årgang. Derved bliver det analyseteknisk vanskeligt at isolere effekten af bilens årgang, fordi en eventuel mindre uheldsrisiko, der statistisk kan estimeres for nyere biler, også kan skyldes, at de bilister, der typisk køber/kører i nyere biler, har en mindre risikobetonet kørestil.

Dette vil naturligvis også, om end formodentligt i mindre omfang, give sig udslag i skadesgraden. Derfor er der i denne analyse korrigeret for førerens kørestil ved at inddrage følgende indikatorvariable for føreren: alder, køn, selebrug, indehavelse af gyldigt kørekort og alkoholpromille, for bilen: bilmærke – og for hastigheden gennem inddragelse af variabelen hastighedsbegrænsning på den vej, hvor uheldet er sket. Mens de andre variable på en forholdsvis præcis måde repræsenterer førerens kørestil, er hastighedsbegrænsningen som proxy for hastigheden ikke optimal og rummer ikke den individuelle variation i hastighedsvalg, som trafikanter udviser. Alligevel er hastigheden i nærværende analyse den variabel, som har den største elasticitet. Det er imidlertid vanskeligt at fremskaffe præcise hastighedsmålinger i forbindelse med uheld. En mulighed kunne være at anvende data fra positionssystemer som GPS, som et stigende antal køretøjer i dag er udstyret med.

Mere præcise angivelser af førerens kørestil end der er brugt her, ville muligvis ændre estimerterne en lille smule, men resultatet ville ikke kvalitativt blive ændret. Det vurderes derfor, at den fundne effekt overvejende skyldes bilernes årgang og ikke førerens kørestil.

4.1 Teoretisk baggrund

Formålet med analysen er at modellere førerens skadesgrad i uheld, givet at uheldet er sket, som funktion af karakteristika ved bilen, føreren og uheldet, hvor interessen først og fremmest er samlet om at teste hypotesen om, at biler af nyere årgang giver anledning til mindre alvorlige uheld, givet at uheldet sker.

I datasættet er skadesgraden diskret og naturligt ordnet:

1. Ingen personskade/kun materielskade
2. Let personskade
3. Alvorlig personskade
4. Dræbt

Til denne type respons vil man ofte anvende metoder i familie med ordered logit model. En ordered logit model modellerer sandsynligheden for en given skadesgrad j

$$P(y_i > j) = \frac{\exp(X_i \beta' - \phi_j)}{1 + \exp(X_i \beta' - \phi_j)} \quad j = 1, 2, \dots, M - 1 \quad (1)$$

hvor X_i er en vektor med uafhængige variable, β er en vektor med parametre, som skal estimeres, ϕ_j er skæringspunkter imellem de enkelte skadesgrader, og M er antallet af skadesgrader.

En vigtig antagelse for en ordered logit model er antagelsen om *proportional odds*, hvilket vil sige, at forholdet mellem de enkelte skadesgrader er ens. Denne antagelse er ikke nødvendigvis opfyldt og kan slækkes, hvis man i stedet anvender en generaliseret ordered logit model som vist i ligning (2):

$$P(y_i > j) = \frac{\exp(X_i \beta_j' - \phi_j)}{1 + \exp(X_i \beta_j' - \phi_j)} \quad j = 1, 2, \dots, M - 1 \quad (2)$$

hvor β_j er en vektor med parametre, som kan variere for springet imellem de enkelte skadesgrader.

Ordered logit modeller og generalised ordered logit modeller er begge yderpunkter, idet den ene har samme β for alle j , og den anden har forskellig β_j for forskellige j .

Er antagelsen om *proportional odds* kun opfyldt for en del af variablene, kan man specificere en partial proportional odds model (3):

$$P(y_i > j) = \frac{\exp(X_{1i} \beta_1' + X_{2i} \beta_{2j}' - \phi_j)}{1 + \exp(X_{1i} \beta_1' + X_{2i} \beta_{2j}' - \phi_j)} \quad j = 1, 2, \dots, M - 1 \quad (3)$$

hvor β_1 er en vektor med parametre, som opfylder antagelsen om proportional odds og er knyttet til delmængden af uafhængige variable X_{1i} , og hvor β_{2j} er en vektor med parametre, som varierer for springet imellem de enkelte skadesgrader og er knyttet til delmængden af uafhængige variable X_{2i} .

Antagelsen om proportional odds kan testes med Brants test. Dette kan automatiseres i mange estimationsrutiner inklusiv STATA/gologit2-rutinen, som er anvendt i denne analyse (Williams 2006), således at der er en konsekvent udvælgelse af de variable, som opfylder kriterierne i Brants test.

Denne type model er tidligere anvendt af Wang og Abdel Aty (2008) til analyse af venstresvingsuheld.

4.2 Modelspecifikation

I analysen er proportional odds modellen anvendt med de variable som er angivet i tabel 4.1.

Tabel 4.1 Anvendte forklarende variable

Variabel	Beskrivelse
Førerkarakteristika	
d04, d05, ..., d10	Dummy (0/1) for uheldsåret
Alder21	Stykvis lineær aldersfunktion gældende for $18 \leq \text{alder} \leq 21$
Alder26	Stykvis lineær aldersfunktion gældende for $21 < \text{alder} \leq 26$
Alder43	Stykvis lineær aldersfunktion gældende for $26 < \text{alder} \leq 43$
Alder65	Stykvis lineær aldersfunktion gældende for $43 < \text{alder} \leq 65$
Alder99	Stykvis lineær aldersfunktion gældende for $65 < \text{alder}$
Mand	Dummy (0/1) for mandlig fører
Kørekort	Dummy (0/1) for gyldigt kørekort
Alkohol_mand1	Stykvis lineær BAC-funktion gældende for mænd, $0 \leq \text{BAC} \leq 0,5$
Alkohol_mand2	Stykvis lineær BAC-funktion gældende for mænd, $0,5 < \text{BAC} \leq 1,0$
Alkohol_mand3	Stykvis lineær BAC-funktion gældende for mænd, $1,0 < \text{BAC}$
Sele21	Dummy (0/1) for selebrug gældende for $18 \leq \text{alder} \leq 21$
Sele26	Dummy (0/1) for selebrug gældende for $21 < \text{alder} \leq 26$
Sele43	Dummy (0/1) for selebrug gældende for $26 < \text{alder} \leq 43$
Sele65	Dummy (0/1) for selebrug gældende for $43 < \text{alder} \leq 65$
Sele99	Dummy (0/1) for selebrug gældende for $65 > \text{alder}$
Uheldskarakteristika	
Venstrebag	Dummy (0/1) for kollisionspunkt venstre bag
Højrebag	Dummy (0/1) for kollisionspunkt højre bag
Venstrefor	Dummy (0/1) for kollisionspunkt venstre for
Højrefor	Dummy (0/1) for kollisionspunkt højre for
Foran	Dummy (0/1) for kollisionspunkt foran
Bagende	Dummy (0/1) for kollisionspunkt bagende
Eneuheld	Dummy (0/1) for eneuheld
Motorvej	Dummy (0/1) for uheld på motorvej
Vej1spor	Dummy (0/1) for uheld på vej med 1 spor
Vej2spor	Dummy (0/1) for uheld på vej med 2 spor
By	Dummy (0/1) for uheld i byen
Køretøjskarakteristika	
Volvo, Opel, Toyota, ...	Dummy (0/1) for 20 mest solgte bilmærker i Danmark
Hast.begræns.	Hastighedsbegrænsningen på uheldsvejen målt i km/t
Carage10	Køretøjets årgang (første indregistreringsår)
Egenvægt	Køretøjets egenvægt (kg)
Vægtratio	Egenvægt/modparternes gennemsnitsvægt

Følgende variable blev testet, men fundet usignifikante: motorstørrelse (cm^3), motorstørrelse i forhold til bilens egenvægt (cm^3/kg), bilens alder (år, ikke generation), alkoholpåvirkning for kvinder (promille), føre- og vejrlig (dummyvariable for glat føre, tåge og regn), køreerfaring (år siden første erhvervede kørekort).

Dummyvariablerne for de 20 mest solgte bilfabrikater er medtaget for at korrigere for noget af den varians, som sikkerhedsniveauet i de enkelte bilfabrikater introducerer. Bilfabrikatet kan ligeledes være en proxy for risikoprofilen af føreren, da visse typer af personer vælger køretøjer et bestemt bilfabrikat. Da der ligeledes er variation over de enkelte uheldsår, er der medtaget en dummyvariable for dette.

For føreren er alderen kodet med en stykvis lineær variabel for hver af de fem aldersgrupper 18-21 år, 22-26 år, 27-43 år, 44-65 år, 66+ år. Føreren indgår altså med sin alder i år, men kun for den variabel, som førerens alder falder i. Det vil sige, at en 25-årig fører vil indgå med værdien 25 i variabelen alder26 og 0 i de andre aldersvariable. Førerens køn og gyldighed af kørekort kodes i dummyvariable.

Førerens alkoholpromille (Blood Alcohol Concentration, BAC, målt i g/L) er ikke fundet signifikant for kvinder, og modellen inkluderer derfor kun alkoholvariable for mænd. Ligesom for førerens alder er der anvendt en stykvis lineær kodning således, at førerens alkoholpromille indgår med sin værdi, men kun i den variabel, som den dækkes af.

Førerens selebrug er opdelt i dummyvariable som dækker forskellige aldersgrupper. Dette er gjort for at kunne afspejle, at sele har forskellig påvirkning på forskellige aldersgrupper.

For uheldet er der medtaget dummyvariable for eneuheld, for uheld i byer og for vejtypen. Som proxy for den kørte hastighed er hastighedsbegrænsningen på uheldsvejen medtaget.

For køretøjet er der medtaget dummyvariable for de enkelte kollisionstyper. Køretøjets årgang indgår i modellen. Køretøjernes vægtpåvirkning indgår som egenvægten i kg, og som mål for modpartens påvirkning i uheldet inkluderes forholdet mellem køretøjets egenvægt og gennemsnitvægten af modparterne i uheldet.

5. Resultater

I analysen er skadesgraden for førere i uheld med person- og varebiler modelleret som en proportional odds model med en række uafhængige variable som beskrevet i kapitel 4. Af de uafhængige variable er køretøjets årgang, det vil sige første indregistreringsår, i denne sammenhæng den mest interessante, og de resterende er medtaget i modellen for at korrigere for andre faktorer, som kan tænkes at påvirke skadesgraden.

5.1 Modelforudsigelse af fordelingen af skadesgrad

Efter at have estimeret modellen i STATA er resultatet et sæt af parametre for hver uafhængig variabel. I tabel 5.1 er modellens forudsigelse af fordelingen af skadesgrader sammenholdt med de observerede uhelds faktiske skadesgrader for perioden 1998-2003 og 2004-2010. Som det ses, underestimerer modellen for periode 2004-2010 antallet af dræbte med 8, mens den overestimerer antallet af alvorlige og let tilskadekomne med henholdsvis 4 og 2. Antallet af materielskader estimeres korrekt. Forskellen imellem modellens forudsigelse og de oprindelige uheldsdata er så lille, at det ikke har betydning for de videre konklusioner. I det følgende vil sammenligninger udelukkende blive foretaget med modellens resultat, da modellens forudsigelse er konservativ i sit estimat af effekten af køretøjsårgang på antallet af dræbte. Desuden er der et vist element af stokasticitet i de oprindelige uheldsdata, og denne stokasticitet udlignes ved brug af modellens forudsigelse.

Perioden 1998-2003 er medtaget for at validere modellen. Modellen bygger på data fra perioden 2004-2010, men som det ses, estimerer modellen fordelingen af skadesgrader i perioden 1998-2003 uden større afvigelser fra faktiske data, hvilket tyder på at modellen giver troværdige resultater.

Tabel 5.1 Observerede uheldsdata og modelforudsigelser for årene 1998-2010								
	Dræbte		Alvorlig personskade		Let personskade		Materielskade	
	Obs.	Model	Obs.	Model	Obs.	Model	Obs.	Model
1998	152	159	1.005	1.052	1.521	1.522	11.804	11.749
1999	153	153	1.062	1.032	1.480	1.510	11.904	11.903
2000	111	143	1.089	981	1.368	1.451	11.685	11.678
2001	132	133	1.001	927	1.229	1.387	11.479	11.394
2002	129	126	1.018	899	1.336	1.359	11.303	11.402
2003	145	114	981	842	1.371	1.301	11.157	11.396
2004	111	114	837	828	1.262	1.266	10.852	10.853
2005	93	97	742	742	1.107	1.097	9.680	9.686
2006	76	79	684	701	1.212	1.187	10.214	10.218
2007	94	90	729	731	1.125	1.130	10.493	10.490
2008	117	102	672	693	1.017	1.011	9.654	9.654
2009	91	89	524	513	788	805	8.907	8.903
2010	68	71	466	450	655	672	8.232	8.228
Σ2004-2010	650	642	4.654	4.659	7.166	7.168	68.032	68.032
Forskel		-8		5		2		0

Tal skrevet i kursiv angiver modelforudsigelser uden for perioden 2004-2010.

5.2 Effekt af køretøjets årgang

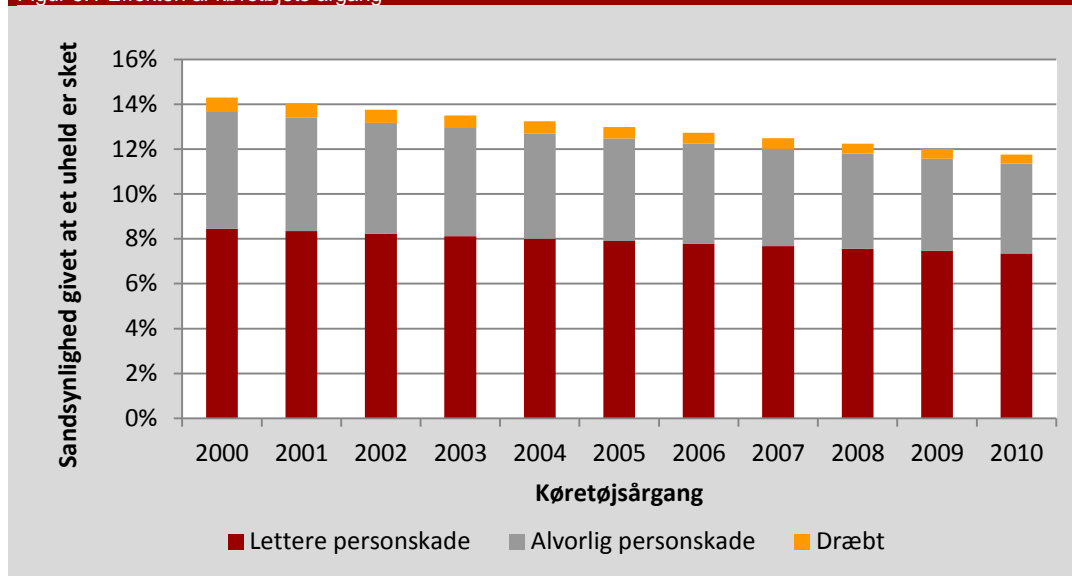
Med den udarbejdede model er der mulighed for at undersøge enkelte variables indflydelse på skadesgraden. I tabel 5.2 samt kurven på figur 5.4 er vist en hypotetisk beregning hvor alle involverede biler i de observerede uheld i 2004-2010 antages at være fra samme årgang. Sandsynlighederne repræsenterer således risikoen for at blive dræbt, alvorligt eller let tilskadekommen, givet at der sker et uheld, og givet, at alle biler er fra samme årgang (2000, 2001, ..., 2010). Udgangspunktet er hypotesisk, da køretøjernes årgang altid vil have en vis spredning, men ikke desto mindre illustreres effekten af køretøjsårgangen på skadesgraden.

Tabel 5.2 Modelleret fordeling af betinget skadesgrad, hvis alle køretøjer er fra en given årgang.

Køretøjs- årgang	Dræbte	Alvorligt tilskadekomne	Lettere tilskadekomne	Materielskade	Total
2000	519 (0,6 %)	4.186 (5,2 %)	6.802 (8,5 %)	68.995 (85,7 %)	80.502
2001	495 (0,6 %)	4.080 (5,1 %)	6.713 (8,3 %)	69.214 (86,0 %)	80.502
2002	472 (0,6 %)	3.977 (4,9 %)	6.624 (8,2 %)	69.429 (86,2 %)	80.502
2003	450 (0,6 %)	3.876 (4,8 %)	6.535 (8,1 %)	69.641 (86,5 %)	80.502
2004	429 (0,5 %)	3.778 (4,7 %)	6.446 (8,0 %)	69.850 (86,8 %)	80.503
2005	409 (0,5 %)	3.681 (4,6 %)	6.357 (7,9 %)	70.055 (87,0 %)	80.502
2006	390 (0,5 %)	3.586 (4,5 %)	6.268 (7,8 %)	70.257 (87,3 %)	80.501
2007	372 (0,5 %)	3.494 (4,3 %)	6.180 (7,7 %)	70.456 (87,5 %)	80.502
2008	355 (0,4 %)	3.403 (4,2 %)	6.091 (7,6 %)	70.652 (87,8 %)	80.501
2009	339 (0,4 %)	3.315 (4,1 %)	6.003 (7,5 %)	70.844 (88,0 %)	80.501
2010	324 (0,4 %)	3.228 (4,0 %)	5.916 (7,4 %)	71.034 (88,2 %)	80.502

Tabel 5.2 og figur 5.1 viser som forventet, at den betingede sandsynlighed for at blive dræbt eller komme alvorligt/let tilskade er lavere, jo nyere årgang køretøjerne er. For køretøjsårgang 2010 sammenlignet med 2000 reduceres antallet af dræbte med 37 %, alvorligt tilskadekomne med 23 % og let tilskadekomne med 13 %. Disse reduktioner sker på bekostning af flere materielskadeuheld.

Figur 5.1 Effekten af køretøjets årgang



5.3 Effekt af uafhængige variable

De enkelte uafhængige variable, som er anvendt i modellen, er hver især knyttet til enten køretøjet, uheldet eller føreren. De anvendes først og fremmest til at korrigere modellen,

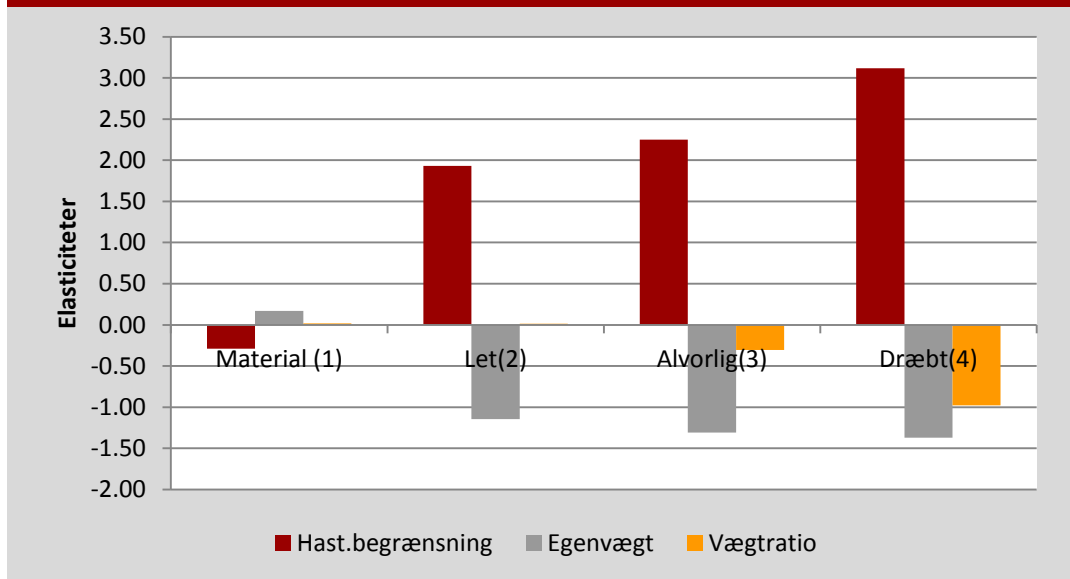
men de er naturligvis også interessante at fortolke isoleret, ligesom det kan betragtes som et fingerpeg om modellens validitet, at de pågældende variable giver en effekt i den forventede retning.

5.3.1 Køretøjskarakteristika

Man kan beregne såkaldte elasticiteter for de kardinale forklarende variable, der indgår i modellen. I dette tilfælde er en elasticitet et mål for, hvor mange procent sandsynlighederne for henholdsvis ingen, let, alvorlig og fatal personskade ændrer sig, når en uafhængig variabel ændrer sig 1 % i værdi. Som eksempel vises elasticiteterne for køretøjets egenvægt (angivet nedenfor). For skadesgraderne 1 til 4 estimeres elasticiteterne: 0,2, -1,2, -1,3 og -1,4. Dette betyder (alt andet lige), at hvis egenvægten stiger med 1 %, og alle andre uafhængige variable i modellen bibeholder deres værdi, vil antallet af uheld med materielskade forventeligt stige 0,2 %, uheld med let personskade vil falde med 1,2 %, uheld med alvorlig personskade vil falde 1,3 %, og uheld med fatal personskade vil falde med 1,4 %, givet at der sker et uheld. Elasticiteternes fortegn er præcis som forventet: med stigende egenvægt falder antallet af uheld med personskade (mere jo højere alvorlighedsgrad); til gengæld stiger antallet af materielskadeuheld (figur 5.2). Vægtratioen har også en virkning i denne sammenhæng: Jo tungere førerens eget køretøj er i forhold til modparten, desto lavere sandsynlighed har føreren for at pådrage sig personskade. Dette resultat var også som forventet. Endelig har hastighedsbegrænsningen en entydig – og forventet – betydning: Jo højere hastighedsbegrænsning (og dermed formodet hastighed), desto højere sandsynlighed for at pådrage sig mere alvorlig personskade¹ og desto mindre sandsynlighed for udelukkende at pådrage sig materiel skade.

¹ Politiet indrapporterer også en vurdering af køretøjernes hastighed før uheldet. Men da denne blandt andet er baseret på den umiddelbare vurdering af uheldets alvorlighedsgrad, kan den ikke anvendes som uafhængig variabel i analysen.

Figur 5.2 Elasticiteter for hastighedsbegrænsningen, egenvægt og vægtratio



For kategoriserede (dummy-)variable giver det ikke mening at beregne elasticiteter. Der er dog stadig mulighed for at vurdere, om en variabel påvirker sandsynligheden for forskellige skadesgrader for førere positivt eller negativt ud fra parameterestimatets størrelse og fortegn. I det følgende er parameterestimer for variable, hvor der ikke er beregnet elasticiteter, fortolket i sammenhæng med skadesgraden.

I modellen er der tilføjet en dummyvariabel for de tyve mest solgte fabrikater af personbiler: Toyota, Ford, Volvo, Opel, Nissan, etc. Dette er gjort af to årsager: For det første for til en vis grad at kunne korrigere for forskelle i sikkerhedsniveau på tværs af fabrikater (bilmærker). Denne variation kan influere på effekten af årgangen, i det omfang bilmærkernes markedsandel varierer over årgangene. For det andet er der formentlig en vis underliggende sammenhæng mellem folks risikoprofil og deres valg af bil. Med andre ord, hvis meget risikoadverse personer både kører mere forsigtigt og vælger mere sikre bilmærker, vil dette (delvist) kunne korrigeres ved at inddrage en dummyvariabel for det pågældende bilmærke. Parameterestimerne for bilmærker kan derfor ikke fortolkes alene som et udtryk for det pågældende mærkes sikkerhedsniveau, da det også kan skyldes risikokarakteristika hos føreren.

5.3.2 Uheldskarakteristika

I modellen er der korrigeret for kollisionspunktet i uheldet. Som litteraturstudiet antyder, er der forskel på den sandsynlige skadesgrad for førere afhængigt af, hvor på køretøjet kollisionen sker. Nærværende model indikerer, at frontalkollisioner er forbundet med større sandsynlighed for alvorlige personskader end bagendekollisioner. Som nævnt i afsnit 2.2 kan kollisioner være komplicerede, og derfor findes forskellige resultater i litteraturen. Frontalkollisioner er dog ofte voldsomme, og det er forventeligt, at de er forbundet med større sandsynlighed for personskade end bagendekollisioner.

Vejtype

Vejtypen, hvor uheldet er sket, har ifølge den udarbejdede model også en sammenhæng med skadesgraden for førere. Uheld sket på motorvej har lavere sandsynlighed for personskade end på andre typer veje. Den modsatte effekt ses for uheld, som er sket på veje med to vejbaner (hvilket man typisk vil kategorisere som landeveje). Her er der større sandsynlighed for personskade, end det er tilfældet for uheld sket på andre typer veje. Effekten for uheld i bymæssig bebyggelse er negativ. Det vil sige, at føreren typisk pådrager sig mindre personskade ved uheld på bygader end ved uheld på andre vejtyper. Dette sidste resultat er forventeligt, da hastigheden på bygader er lavere end på landeveje, og der i modellen kun korrigeres i begrænset omfang for hastigheden i uheldstidspunktet med variabelen *hastighedsbegrænsning*. Det er derimod overraskende, at motorvejsuheld har lavere sandsynlighed for personskade end andre vejtyper, da hastigheden er høj på denne vejtype. Dette kan skyldes, at trafikken bevæger sig i samme retning plus at en del af uheldene formentlig er bagendekollisioner, der opstår ved køkørsel og som ikke er forbundet med stor sandsynlighed for alvorlig personskade.

Eneuheld

Eneuheld indikeres at være mere forbundet med mere alvorlige personskader end flerpartsuheld; her er sandsynligheden større for at pådrage sig alvorlig personskade og for at blive dræbt. Dette var forventet og kan skyldes, at eneuheld som regel sker ved meget høj hastighed, hvilket der ikke er korrigeret for, da kun hastighedsbegrænsningen på den pågældende vej og ikke den aktuelle hastighed ved uheldet kendes.

Uheldsår

I den udarbejdede model er uheldsåret også inkluderet for at fange tendenser hen over årene, eksempelvis en øget sikkerhedsbevidsthed blandt trafikanter, bedre køreuddannelse og lignende. Variablen korrigerer også for variationer i vejrliget, eksempelvis en hård vinter, som kan påvirke bilisternes hastighed og dermed skadesgraden af uheld. Analysen viser ikke nogen entydig tendens i materialet.

5.3.3 Førerkarakteristika

Førerkarakteristika kan ligeledes påvirke skadesgraden på to måder: En given effekt kan skyldes, at nogle grupper generelt har en større fysisk robusthed, men effekten kan også bero på, at de samme grupper gennemsnitligt har en mere forsigtig kørestil.

Alder

For alvorlig personskade og dræbte har gruppen af 22-26-årige den laveste sandsynlighed, og gruppen 66+ den højeste. Resultatet kan være svært at fortolke, da kørestil og fysisk robusthed, peger i modsatte retninger for aldersvariablen: De unge førere har den største fysiske robusthed, men de har samtidig generelt den mest aggressive kørestil. Modellen indikerer, at 18-21-årige førere har højere sandsynlighed for personskade end de 22-26-årige. Fra andre undersøgelser ved man, at denne gruppe førere som helhed har en mere aggressiv kørestil end andre aldersgrupper – en kørestil, der altså ikke opvejes af deres større fysiske robusthed. Endelig er det forventeligt, at de ældste førere har den højeste sandsynlighed for personskade, da de er mere skrøbelige end de yngre.

Køn

Lignende argumenter gælder for førerens køn, nemlig at mænd har tendens til en mere aggressiv kørestil, men samtidig også er mere fysisk robuste. Modellen antyder, at mænd har lavere sandsynlighed for personskade end kvinder. Mænds fysiske robusthed kommer altså formentlig til udtryk i dette resultat og vejer tungere end mænds mere aggressive kørestil.

Alkohol

Førerens alkoholpromille (Blood Alcohol Concentration, BAC, målt i g/L) er udelukkende fundet signifikant for mænd, og modellen inkluderer derfor kun alkoholvariable for mænd. De tre dummy-variable giver ikke et entydigt billede af sammenhængen mellem alkoholpåvirkning og betinget skadesgrad, om end det indikeres, at $BAC > 1,0$ medfører større sandsynlighed for at blive dræbt i et uheld, givet at uheldet er sket. Det er overraskende, at der ikke er en mere signifikant sammenhæng mellem alkoholpromille og sandsynlighed for personskader, da denne er vidt dokumenteret i litteraturen (se eksempelvis Evans 2004).

Selebrug

I modellen er sammenhængen mellem selebrug og skadesgrad delt op på enkelte aldersgrupper. Dette skyldes, at brug af sikkerhedssele ikke har nogen entydig sammenhæng med skade: Selebrug har naturligvis en sikkerhedsmæssig effekt, men kan samtidig medføre skader på især ældre personer, specielt i uheld med høj fart. Modellens resultat indikerer, at sikkerhedssele har størst positiv sikkerhedsmæssig effekt på gruppen 26-43-årige førere. Hvorfor de yngste personer ikke har den største effekt af sikkerhedssele, og de ældste den mindste effekt, er ikke klart, men der er mistanke om, at pålideligheden af den rapporterede selebrug er lav.

5.4 Illustrative scenarieberegninger

5.4.1 Scenarie 1: Uheld i 2010 med køretøjsårgang 2010

Indledningsvist kan det være nyttigt at vurdere størrelsesordenen af den identificerede bilårgangseffekt på skadesgraden. En enkel, men abstrakt og hypotetisk måde at illustrere den samlede årgangseffekt på er at beregne førernes skadesgrader under en antagelse om, at alle uheld i 2010 skete med biler fra årgang 2010. Resultatet af denne beregning er vist i tabel 5.3.

Tabel 5.3 Modelforudsigelse af førerens skadesgrad for 2010-uheld, hvis alle køretøjer var årgang 2010.				
Scenarie 1	Dræbte	Alvorligt tilskadekomne	Let tilskadekomne	Materielskade
Modelforudsigelse 2010	71 0,8 %	450 4,8 %	672 7,1 %	8.228 87,3 %
Modelforudsigelse 2010 med køretøjsårgang 2010	31 0,3 %	311 3,3 %	581 6,2 %	8.498 90,2 %
Forskel	-40 -56,3 %	-139 -30,9 %	-91 -13,5 %	270 3,3 %

Effekten af denne udskiftning er altså mere end en halvering af antallet af dræbte, en tredjedel reduktion af de alvorligt tilskadekomne og cirka en tiendedel færre let tilskadekomne.

5.4.2 Scenarie 2: 1 år yngre bilpark

Effekten af køretøjsårgangen kan også illustreres ved at lægge et år til køretøjsårgangen for alle køretøjer i datasættet (hypotetisk gøre alle biler et år yngre).

Tabel 5.4 Fordeling af skadesgrader for modelforudsigelse og en 1 år yngre bilpark. Uheld fra 2010.				
Scenarie 2	Dræbte	Alvorligt tilskadekomne	Let tilskadekomne	Materielskade
Modelforudsigelse	71	450	672	8.228
Modelforudsigelse, 1 år yngre bilpark	66	435	662	8.258
Forskel	-5	-15	-10	30
Forskel i procent	-7,3 %	-3,5 %	-1,4 %	0,4 %

Som det ses i tabel 5.4, er der en væsentlig effekt af en 1 år yngre bilpark. Modellen forudsiger 5 færre dræbte, 15 færre alvorligt tilskadekomne og 10 færre let tilskadekomne i uheld fra 2010 i forhold til modelforudsigelsen på det oprindelige datasæt.

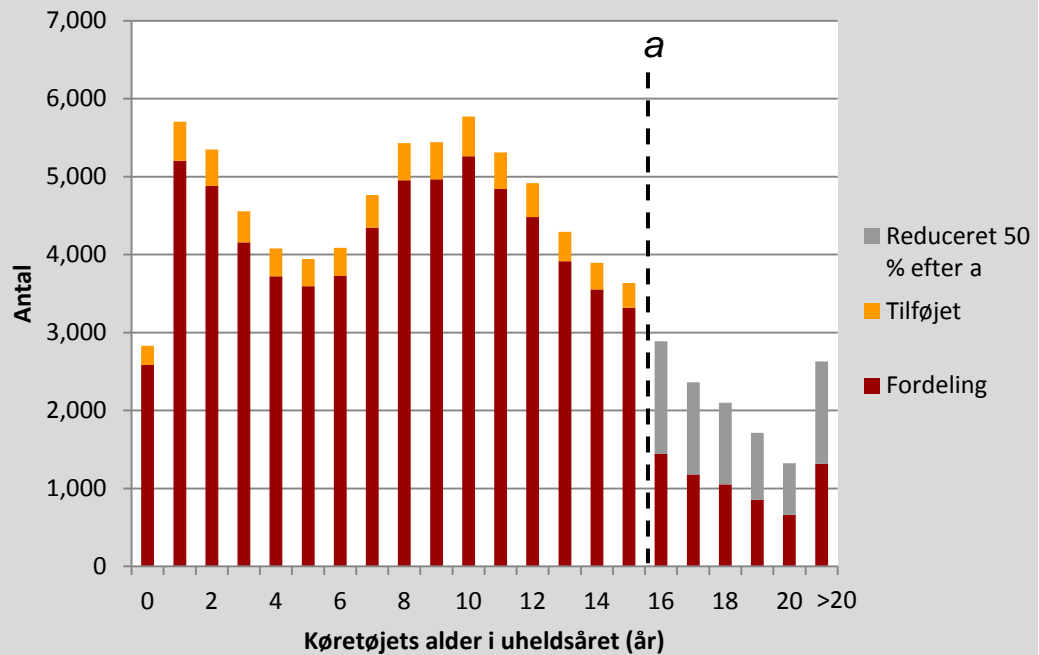
5.4.3 Scenarie 3: Færre af de ældste køretøjer

For at opnå en bedre forståelse af effekten af en ændret alderssammensætning af bilparken er der udarbejdet tre scenarier. I disse scenarier er udgangspunktet det originale datamateriale. I dette justeres aldersfordelingen af bilparken, og det samlede antal personskader fordelt på de fire skadesgrader simuleres derefter ud fra det justerede datamateriale. I alle scenarier er antallet af køretøjer det samme, blot er aldersfordelingen forskellig. Scenarierne skal efterligne den situation, at man fra politisk side eksempelvis indfører skrotningspræmie for køretøjer over en vis alder. Med et sådan tiltag vil man se markante reduktioner i antallet af køretøjer over en given alder (Kveiborg 1999).

I hvert af de tre scenarier er andelen af køretøjer over en given alder a i forhold til uheldsåret reduceret med halvdelen. For at antallet af køretøjer forbliver det samme, er det reducerede antal køretøjer derefter fordelt på køretøjer under alderen a , således at den procentvise fordeling af køretøjer i alderen 0 til a ikke ændrer sig. Scenarierne simulerer på denne måde, at de førere, som har været i uheld, havde kørt i et nyere køretøj.

I praksis er simuleringerne udarbejdet ved, at køretøjerne i det originale datagrundlag for hvert uheldsår er opdelt efter køretøjets alder. For hvert uheldsår er der udtaget 50 % tilfældige observationer for hvert køretøjsalderstrin ældre end alder a . Disse observationer tildeles en ny tilfældig alder under alder a , således at den procentvise fordeling i alderen 0 til a bibeholdes, se figur 5.3.

Figur 5.3 Illustration af scenariernes effekt på fordelingen i køretøjets alder (scenarie 3b)



I scenarie 3a er andelen af køretøjer, som er ældre end 10 år, halveret og fordelt på køretøjer på 10 år og derunder. Dette svarer til en omfordeling af 15.561 køretøjer. På samme måde halveres i scenarie 3b antallet af køretøjer over 15 år, og disse fordeles på køretøjer på 15 år og derunder (6.506 køretøjer omfordelt), og i scenarie 3c halveres antallet af køretøjer over 20 år og fordeles på køretøjer på 20 år og derunder (1.314 køretøjer omfordelt). Hvert af de tre scenarier simuleres ti gange. De simulerede data anvendes i modellen, og det gennemsnitlige antal førere for hver skadesgrad beregnes med den allerede udarbejdede proportional odds-model.

Tabel 5.5 viser resultaterne af de tre scenarieberegninger og forskellen på disse og det faktiske antal tilskadekomne førere i det originale datamateriale. Alle tre scenarier reducerer antallet af dræbte, alvorligt og let tilskadekomne, imod at antallet af førere med ingen personskade (udelukkende materiel skade) stiger.

Tabel 5.5 Fordeling af skadesgrad i de tre scenarier 2004-2010

Scenarie 3	Dræbte	Alvorlig personskade	Let personskade	Materielskade
Basismodelforudsigelse	642	4.659	7.168	68.032
Scenarie 3a, >10 år halveret	571	4.401	6.980	68.550
<i>Forskel</i>	-71	-258	-188	518
<i>Forskel i procent</i>	-11,1 %	-5,5 %	-2,6 %	0,8 %
Scenarie 3b, >15 år halveret	607	4.537	7.083	68.275
<i>Forskel</i>	-36	-122	-85	243
<i>Forskel i procent</i>	-5,5 %	-2,6 %	-1,2 %	0,4 %
Scenarie 3c, >20 år halveret	631	4.624	7.146	68.100
<i>Forskel</i>	-11	-35	-22	68
<i>Forskel i procent</i>	-1,8 %	-0,8 %	-0,3 %	0,1 %

Scenarie 3a, som reducerer antallet af (ældre) køretøjer og dermed også gennemsnittalen mest, reducerer i en syvårs-periode antallet af dræbte, alvorligt og let tilskadekomne med henholdsvis 71, 258 og 188 imod at der er 518 flere førere som kun oplever materielskade. På samme måde reducerer scenarie 3b de samme kategorier med henholdsvis 36, 122 og 85 førere imod 243. Scenarie 3c, hvor antallet af ældre køretøjer reduceres mindst, resulterer i 68 flere førere i materielskadeuheld imod henholdsvis 11, 35 og 22 færre dræbte, alvorligt og let tilskadekomne.

Det ses, at i scenarie 3c, hvor antallet af køretøjer over 20 år er halveret, er den procentvise ændring i antal dræbte -1,8 %. Den tilsvarende ændring i antal let tilskadekomne er -0,3 %. I scenarie 3a, hvor antallet af køretøjer over 10 år er halveret, er de tilsvarende tal -11,1 % (antal dræbte) og -2,6 % (antal let tilskadekomne). Scenarie 3c har altså den største reduktion af antal dræbte i forhold til reduktionen i antal let tilskadekomne. Forholdet imellem den procentvise ændring i antallet dræbte og let tilskadekomne i scenarie 3c er 5,8, hvor den i scenarie 3a er 4,2, og i scenarie 3b er forholdet 4,7. Det tyder altså på, at når man med modellen korrigerer for de variable, som er tilgængelige i denne model, er det de ældste køretøjer, som er de "farligste", fordi der sker en relativt større reduktion i antal dræbte ved at fjerne køretøjer over 20 år end ved at fjerne køretøjer over 10 år.

Sammenholdes effekten af halveringen af de gamle køretøjer med antallet af køretøjer, der er blevet fjernet, fås en "effekt pr. køretøj". Effekten pr. køretøj på ændringen i antal dræbte, alvorligt og let tilskadekomne er vist i tabel 5.6. Det er tydeligt, at effekten pr. bil på alle tre kategorier er størst i scenarie 3c, hvor de ældste biler fjernes.

Tabel 5.6 Ændring af skader pr. fjernet køretøj i scenarie 3a, 3b og 3c. 2004-2010

Scenarie	Antal biler fjernet	Ændring i antal dræbte pr. fjernet bil	Ændring i antal alvorligt tilskadekomne pr. fjernet bil	Ændring i antal let tilskadekomne pr. fjernet bil
Scenarie 3a, >10 år halveret	15.561	$-0,5 \cdot 10^{-2}$	$-1,7 \cdot 10^{-2}$	$-1,2 \cdot 10^{-2}$
Scenarie 3b, >15 år halveret	6.506	$-0,6 \cdot 10^{-2}$	$-1,9 \cdot 10^{-2}$	$-1,3 \cdot 10^{-2}$
Scenarie 3c, >20 år halveret	1.314	$-0,8 \cdot 10^{-2}$	$-2,7 \cdot 10^{-2}$	$-1,7 \cdot 10^{-2}$

6. Diskussion og konklusion

6.1 Scenarier og effekt af køretøjsårgang

Undersøgelsen af effekten af køretøjsårgangen beskriver en tænkt situation, hvor alle køretøjer i uheld tilhører en specifik årgang. Dette er ikke en realistisk situation, men analysen kvantificerer den samlede effekt på den betingede skadesgrad af køretøjsårgangen på en simpel måde. Resultaterne er klare: Modellen forudsiger, at nyere årgange af køretøjer er forbundet med en markant lavere sandsynlighed for personskade, givet at der sker et uheld.

For køretøjsårgang 2010 sammenlignet med 2000 reduceres antallet af dræbte med 37 %, alvorligt tilskadekomne med 23 % og let tilskadekomne med 13 %. Resultaterne tyder på, at man opnår den største reduktion i antallet af dræbte ved at fjerne de ældste køretøjer først.

Hvis alle trafikuheld fra 2010 var sket med køretøjer fra årgang 2010 og ikke med de forskellige årgange, som det er tilfældet i virkeligheden, kunne man have sparet halvdelen af de dræbte, en tredjedel af de alvorligt tilskadekomne og en tiendedel af de let tilskadekomne.

I scenarie 2 er hele bilparken gjort et år yngre. Dette har ligeledes en effekt på den betingede skadesgrad og resulterer i 7 % færre dræbte, 3,5 % færre alvorligt tilskadekomne og 1,5 % færre let tilskadekomne.

Scenarie 3a er det mest radikale med en halvering af antallet af køretøjer, som er over 10 år gamle. Dette er en forholdsvis stor ændring i fordelingen af køretøjer, hvilket også resulterer i en stor ændring i antallet af førere, som pådrager sig personskade: Scenariet reducerer antallet af dræbte, alvorligt tilskadekomne og let tilskadekomne førere over en syvårs-periode med henholdsvis 11 %, 6 % og 3 %.

Scenarie 3b, som halverer antallet af køretøjer som er over 15 år gamle, giver en reduktion på 6 %, 3 % og 1 % på henholdsvis dræbte, alvorligt og let tilskadekomne. Denne reduktion er mindre end ved scenarie 1, men scenarie 2 er også mindre radikalt og fjerner godt halvt så mange køretøjer som scenarie 1. Sammenlignelige effekter fås ved at forynge hele bilparken med et år (7 % sparede dræbte).

Scenarie 3c, som halverer antallet af køretøjer, som er over 20 år gamle, er det mindst radikale scenarie med reduktioner på 2 %, 1 % og 0,3 % på henholdsvis dræbte, alvorligt og let tilskadekomne.

Reduktionerne i antallet af personskader, der som analysen er konstrueret, overføres til flere materielskadeuheld, skyldes med stor sandsynlighed, at sikkerhedsstandarden er accelereret i de sidste 10-15 år (se eksempelvis Sakshaug og Moe 2006).

Samfundsøkonomisk værdi af de reducerede skadesgrader i scenarierne

I afsnit 5.4.1 til 5.4.3 er scenariernes konsekvenser opgjort som omfordelingen på de fire skadesgrader. Et samlet mål for effekten kan fås ved at opgøre den samfundsøkonomiske værdi af, at uheldene bliver mindre alvorlige. I kataloget over Transportøkonomiske Enhedspriser (Transportministeriet 2010) er der opgivet samfundsøkonomiske omkostninger pr. dræbte, alvorligt og let tilskadekomne

Den samfundsøkonomiske værdi er for 2010 opgjort til 17.726.781 DKK for en dræbt trafikant, 3.047.046 DKK for en alvorligt tilskadekommen og 457.471 DKK for en let tilskadekommen. Opgørelsen omfatter både direkte omkostninger forbundet med uheld i form af udgifter til politi, redning og medicinsk behandling og de indirekte omkostninger i form af det velfærdsmæssige tab ved produktionstab og tab af menneskeliv og livskvalitet. Omkostningerne til materielskader antages forenklende at være de samme i alle fire kategorier, hvilket ikke har nævneværdig betydning for resultaterne, da personskaderne har langt større vægt i det samlede billede.

Med disse værdier er der beregnet en samfundsøkonomisk værdi for de tre scenarier 3a, 3b og 3c, se tabel 6.1. Ændringerne i bilparkens sammensætning sparer nogle dræbte såvel som alvorligt og let tilskadekomne, hvilket bidrager positivt til samfundsøkonomien. Modsat vil flere personer få materielskader, hvilket bidrager negativt til samfundsøkonomien, om end ikke i samme størrelsesorden som personskaderne bidrager positivt.

Tabel 6.1 Samfundsøkonomisk værdi af mindre alvorlig skadesgrad ved ændring i bilparkens alderssammensætning for perioden 2004-2010. 2010-priser.

Scenarie	Dræbte	Alvorlig personskade	Let personskade	Kun materielskade	Total
Værdi pr. skade (mio. DKK)	17,7	3,0	0,46	0	
Scenarie 3a: >10 år halveret					
Ændring (antal)	-71	-258	-188	518	
Værdi (mio. DKK)	1.258	785	86	0	2.129
Scenarie 3b: >15 år halveret					
Ændring (antal)	-36	-122	-85	243	
Værdi (mio. DKK)	630	371	39	0	1.040
Scenarie 3c: >20 år halveret					
Ændring (antal)	-11	-35	-22	68	
Værdi (mio. DKK)	204	105	10	0	319

Som det fremgår af tabel 6.1, er den samfundsøkonomiske værdi af de færre dræbte og tilskadekomne af størrelsesordenen 2 mia. DKK for scenarie 3a og omtrent 1 mia. DKK henholdsvis 0,3 mia. DKK for scenarie 3b og 3c i den undersøgte 7-års periode svarende til 300, 150 og 40 mio. DKK pr. år. Dette tal dækker kun førere af personbiler og varevogne, men ikke passagerer. Inkluderer tilskadekomne passagerer, vil den samfundsøkonomiske værdi af den lavere skadesgrad blive større.

Det skal bemærkes, at disse tal er behæftet med en vis usikkerhed, men dog repræsenterer et troværdigt estimat.

6.2 Resultater i sammenligning med litteraturen

Sammenligning mellem resultater fra i litteraturen (tabel 2.1) og resultater fra denne rapport viser, at der i de fleste tilfælde er sammenfaldende konklusioner med hensyn til effekternes fortegn. Både i litteraturen og i den her estimerede model finder man, at nyere køretøjsårgange giver mindre skadesgrad. Hastighedsbegrænsningen, som er en proxy for den hastighed, uheldet er sket med, er klart den mest betydende variabel i vores studie målt på den samlede effekt af elasticitet og variabelens numeriske værdier. Højere hastigheder hænger sammen med større skadesgrader for førere, givet at der sker et uheld. Dette stemmer overens med litteraturen.

For skadesgrad for kvindelige og mandlige førere findes der i litteraturen modsat rettede konklusioner for eneuheld og flerpartsuheld. Denne rapport viser, at kvinder har større sandsynlighed for personskader end mænd. Når det gælder førerens alder, findes det i litteraturen, at yngre førere har lavere skadesgrader end ældre. Lignende resultat opnås i denne analyse med den undtagelse, at den laveste sandsynlighed for personskade i nærværende analyse findes for aldersgruppen 22-26-årige. At det ikke er den yngste aldersgruppe, de 18-21-årige, som har lavest sandsynlighed for personskade, kan skyldes, at de er mindre erfarne førere og har en mere risikobetonet kørsel.

Køretøjets egenvægt peger ligesom i litteraturen på, at jo tungere et køretøj er, desto mindre sandsynlighed er der, for at føreren pådrager sig personskade i et uheld. På samme måde findes for vægtratioen, at jo lettere køretøj, man påkører, desto mindre sandsynlighed er der for at pådrage sig personskade.

Brugen af sikkerhedssele indikeres i nærværende model at være effektiv for alle aldersklasser, men mest effektiv for førere i alderen 26-43 år. Det generelle billede i litteraturen er først og fremmest, at selebrugen er effektiv, men at effekten er størst for yngre førere.

I nærværende model er frontalkollisioner fundet at være forbundet med en højere sandsynlighed for personskade. I litteraturen er sidekollisioner derimod fundet som den kollisionstype, som er forbundet med højeste personskade. Hvorfor denne forskel optræder, er ikke klart, men den valgte parametrisering af kollisionstypen kan være en forklaring.

6.3 Metode

I denne modellering af skadesgraden er det valgt at modellere den diskrete og ordnede skadesgrad som en proportional odds-model. Argumentet for at modellere med denne metode er, at den udnytter den information, vi har i uheldsdata om skadesgraden, maksimalt. I litteraturen ser man ofte, at problemstillingen simplificeres ved at modellere materielskade og let personskade i én kategori over for alvorlig personskade og dræbte i en anden kategori ved hjælp af en logistisk regression. Disse metoder er imidlertid forsimplede og gør det vanskeligt at fortolke de reelle substitutionseffekter mellem de enkelte skadesgrader, og informationen i data udnyttes dermed ikke optimalt.

Ene- og flerpartsuheld er modelleret i samme model. I den internationale litteratur vælger man ofte at udarbejde separate modeller for eneuheld og flerpartsuheld. Da det interessante i denne rapport er skadesgraden for førere og ikke en undersøgelse af uheldsty-

pen, er det valgt at modellere uheldene i samme model. I forbindelse med estimationen af modellen separate modeller blevet estimeret for at teste denne segmentering. Dette har dog ikke givet grund til en opdeling da resultaterne er stort set enslydende for den samlede og de separate modeller. Desuden bør det påpeges, at den samlede model indirekte modellerer en række variable, der beskriver effekten af flerpart- versus eneuheld. Dette inkluderer blandt andet modpartens vægt, ene-uheldskonstanten samt en række konstanter for træfpunktet på bilen.

6.4 Uheldsfrekvens

Denne rapport har ikke undersøgt, hvor ofte førere kommer i uheld, den såkaldte uheldsfrekvens, men udelukkende af skadesgraden, når der er sket et uheld. For at få fuld klarhed over sammenhængen mellem køretøjers alder, skadesgrad og uheldsinvolvering, bør man inkludere både skadesgrad og uheldsfrekvens i analysen. Uheldsfrekvensen er undersøgt mange gange i litteraturen (f.eks. Fosser m.fl. 1999), og forfatterne finder, at føreres sandsynlighed for at komme i uheld har en sammenhæng med flere af de samme variable, som hænger sammen med skadesgraden, herunder køretøjets alder på uheldstidspunktet, førerens køn og alder, alkoholpåvirkning m.fl.

Hypotesen vil være, at ældre køretøjer har en højere uheldsfrekvens end yngre. Udbredelsen af aktivt sikkerhedsudstyr i nye biler, f.eks. ESC (Electronic Stability Control), ABS-bremser (Anti-lock Braking System) og vejbanealarmer er steget støt de seneste år, og formålet med dette sikkerhedsudstyr er at nedsætte sandsynligheden for, at køretøjet kommer i uheld. Omvendt vil den øgede mængde sikkerhedsudstyr muligvis betyde, at førerne føler sig mere sikre i bilerne, så de vil køre mere risikobetonet og derved kompensere, eventuelt endda overkompensere, for den sikkerhedsgevinst, som det aktive sikkerhedsudstyr giver. Endelig kan der på den ene side være en sammenhæng mellem føreres alder og risikoprofil og på den anden side den type køretøj, som vedkommende vælger. Disse forskelle skal der korrigeres for, hvis man udarbejder en model for sammenhæng mellem køretøjsalder og uheldsfrekvens.

6.5 Konklusion

Denne rapport har undersøgt, hvorvidt nyere bilårgange generelt har en større passiv sikkerhed end ældre årgange. Der er estimeret en statistisk model for skadesgraden for førere i person- og varebiler som funktion af årgangen af køretøjet samt en række forklarende variable, der karakteriserer uheldet, føreren og køretøjet. Disse variable forbedrer modellens beskrivelse af data og har endvidere til formål at opfange underliggende risikofærdsfaktorer, der kan tænkes at samvariere med bilernes årgang.

Resultaterne fra analysen bekræfter hypotesen, idet den statistiske model viser en klart signifikant reduktion af skadernes alvorlighed, jo nyere bilens årgang er. De enkelte parameterestimater fra modellen er generelt i god overensstemmelse med resultater fra den internationale litteratur, hvilket understøtter modellens generelle validitet. Med henblik på at illustrere analysens resultater er modellen benyttet til konsekvensberegning af fem alternativeres scenarier, hvor de uheldsinvolerede køretøjer på forskellig vis er simuleret yngre. Resultaterne af disse scenarieberegninger indikerer, at bilernes årgang og demed de sik-

kerhedsmæssige forbedringer, der er knyttet hertil, over tiden kan forklare en ganske betydelig del af den historiske tendens mod færre dræbte og tilskadekomne i trafikken.

Der er ikke i rapporten set på, om scenariernes potentiale for nedbringelse af antallet af personskader kan realiseres, eller om det vil være samfundsøkonomisk lønsomt. Der er heller ikke set på, hvilke virkemidler der i givet fald skal til. Men de færre personskader i scenarierne kan omregnes til sparede samfundsøkonomiske omkostninger ved brug af de samfundsøkonomiske enhedspriser, der normalt anvendes ved samfundsøkonomiske vurderinger af trafiksikkerhedseffekter.

7. Referencer

Anderson, R. W. G., Hutchinson, T. P., 2010: *In Australia, is injury less in recent cars than in earlier cars? Evidence from comparing the injury severities of two drivers in the same collision.* Presented in Australasian Road Safety Research, Policing Education Conference, Canberra, Australian Capital Territory.

Bedard, M., Guyatt, G. H., Stones, M. J., Hirdes, J. P., 2002: *The independent contribution of driver, crash, and vehicle characteristics to driver fatality.* Accident Analysis and Prevention 34, 717-727.

Blows, S., Ivers, R. Q., Woodward, M., Connor, J., Amaratunga, S., Norton, R., 2003: *Vehicle year and the risk of car crash injury.* Injury Prevention 9, 353-356.

Broughton, J., 2008: *Car driver casualty rates in Great Britain by type of car.* Accident Analysis and Prevention 40, 1543-1552.

Crandall, C. S., Olson, L. M., Sklar, D. P., 2001: *Mortality reduction with air bag and seat belt use in head-on passenger car collisions.* American Journal of Epidemiology 153, 219-224.

Danmarks Statistik, 1975: *Færdselsuheld 1974.* Statistiske meddelelser 1975: 11. København 1975. 112 pp.

Eluru, N., Bhat, C. R., 2007: *A joint econometric analysis of seatbelt use and crash-related injury severity.* Accident Analysis and Prevention 39, 1037-1049.

Evans, L., 1994: *Driver injury and fatality risk in two - car crashes versus mass ratio inferred using Newtonian mechanics.* Accident Analysis and Prevention 26, 609-616.

Evans, L., 2001: *Casual influence of car mass and size on driver fatality risk.* American Journal of Public Health 91, 1076-1081.

Evans, L. 2004: *Traffic Safety.* Science Serving Society, Bloomfield Hills, Michigan. 444 pp.

Evans, L., Frick, M. C., 1992: *Car Size or Car Mass: Which Has Greater Influence on Fatality Risk?* American Journal of Public Health 82, 1105-1112.

Evans, L., Frick, M. C., 1993: *Mass ratio and relative driver fatality risk in two-vehicle crashes.* Accident Analysis and Prevention 25, 213-224.

Evans, L., Frick, M. C., 1994: *Car mass and fatality risk: Has the relationship changed?* American Journal of Public Health 84, 33-36.

Farmer, C. M., Braver, E. R., Mitter, E. L., 1997: *Two - vehicle side impact crashes: the relationship of vehicle and crash characteristics to injury severity*. Accident Analysis and Prevention 29, 399-406.

Farmer, C. M., Lund, A. K., 2006: *Trends over time in the risk of driver death: what if vehicle designs had not improved?* Traffic Injury Prevention 7, 335-342.

Fosser, S., Christensen, P., Fridstrøm, L., 1999: *Older cars are safer*. Presented at the 10th International Conference "Traffic Safety on Two Continents", Malmö, Sweden.

Hels, T.; Meng, A.; Troland, N.; Sørensen, P.L. 2007: *Lygteføring samt brug af sikkerhedssele og styrthjelm i Danmark i 2006*. Danmarks TransportForskning, Notat 1. 61 pp.

Hutchinson, T.P., Anderson, R.W.G., 2011: *Newer cars: Much safer*. Australasian Transport Research Forum 2011 Proceedings, Adelaide, Australia.

IRTAD, 2010: *IRTAD Road safety 2010, Annual Report*. ITF/OECD report. 294 pp.

Jones, I. S., Whitfield, R. A., 1988: *Predicting injury risk with "New car assessment program" crashworthiness ratings*. Accident Analysis and Prevention 20, 411-419.

Kockelman, K. M., Kweon, Y. J., 2002: *Driver injury severity: an application of ordered probit models*. Accident Analysis and Prevention 34, 313-321.

Kveiborg, O., 1999: *Bilparamodel – beregning af udvikling og emissioner*. Miljø- og energiministeriet. København K. 89 pp.

Martin, J. L., Derrien, Y., Laumon, B., 2003: *Estimating relative driver fatality and injury risk according to some characteristics of cars using matched-pair multivariate analysis*. Paper 364 of Proceedings of the 18th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration.

Martin, J.L., Lenguerrand, E., 2008: *A population based estimation of the driver protection provided by passenger cars: France 1996-2005*. Accident Analysis and Prevention 40, 1811-1821.

Mendez, A. G., Izquierdo, F. A., Ramirez B. A., 2010: *Evolution of the crashworthiness and aggressivity of the Spanish car fleet*. Accident Analysis and Prevention 42, 1621-1631.

Newstead, S., Watson, L., Cameron, M., 2004: *Trends in aggressivity of the Australian light vehicle fleet by year of manufacture and market group: 1964 to 2000*. Monash University Accident Research Centre Report No. 214. 23 pp.

Newstead, S., Watson, L., Cameron, M., 2006: *Vehicle safety ratings estimated from police reported crash data: 2006 update*. Australian and New Zealand crashes during 1987-2004. Montash University Accident Research Centre Report No. 248. 90 pp.

Newstead, S., Watson, L., Cameron, M., 2010: *Trends in crashworthiness of the New Zealand vehicle fleet by year of manufacture: 1964 to 2008*. Montash University Accident Research Centre Report No. 297 Supplement. 26 pp.

O'Donnell, C. J., Connor, D. H., 1996: *Predicting the severity of motor vehicle accident injuries using models of ordered multiple choice*. Accident Analysis and Prevention 28, 739-753.

Ryb, G. E., Dischinger, P. C., Ho, S., 2009: *Vehicle model year and crash outcomes: A CIREN study*. Traffic Injury Prevention 10, 560-566.

Sakshaug, K. og Moe, D. 2006: *TS-tiltak frem mot 2020: Nye biler redder liv*. Samferdsel 2006, 12-13.

Statistikbanken: <http://www.statistikbanken.dk/statbank5a/default.asp?w=1024>

Toy, E. L., Hammitt, J. K., 2003: *Safety impacts of SUVs, vans, and pickup trucks in two-vehicle crashes*. Risk Analysis 23, 641-650.

Transportministeriets, 2010: *Transport Økonomiske Enhedspriser*.
<http://www.dtu.dk/centre/Modelcenter/Samfunds%C3%B8konomi/Transport%C3%B8konomiske%20Enhedspriser.aspx>

Ulfarsson, G. F., Mannering, F. L., 2004: *Differences in male and female injury severities in sport-utility vehicle, minivan, pickup and passenger car accidents*. Accident Analysis and Prevention 36, 135-147.

Wang, X., Abdel-Aty, M., 2008: *Analysis of left-turn crash injury severity by conflicting pattern using partial proportional odds models*. Accident Analysis and Prevention 40, 1674-1682.

Wang, X., Kockelman, K. M., 2005: *Use of Heteroscedastic Ordered Logit Model to Study Severity of Occupant Injury*. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board 1908, 195-204.

Williams, R., 2006: *Generalized ordered logit/partial proportional odds models for ordinal dependent variables*. STATA journal 6, 58-82.

Yau, K. K. W., 2004: *Risk factors affecting the severity of single vehicle traffic accidents in Hong Kong*. Accident Analysis and Prevention 36, 333-340.

Bilag A: Elasticiteter for hastighedsbegrænsning, egenvægt og vægtratio

Elasticiteter for hastighedsbegrænsning, egenvægt og vægtratio som afbildet i figur 5.2.

Tabel A.1 Elasticiteter for hastighedsbegrænsning, egenvægt og vægtratio				
Skadesgrad	Variabel	Elasticitet	Std. afvigelse.	p-værdi
1	Hast.begrænsning	-0,2881	0,0059	<0,0001
	Egenvægt	0,1678	0,0092	<0,0001
	Vægtratio	0,0168	0,0049	0,0005
2	Hast.begrænsning	1,9315	0,0525	<0,0001
	Egenvægt	-1,1453	0,0635	<0,0001
	Vægtratio	0,0124	0,0438	0,7795
3	Hast.begrænsning	2,2511	0,0628	<0,0001
	Egenvægt	-1,3088	0,0722	<0,0001
	Vægtratio	-0,3039	0,0594	<0,0001
4	Hast.begrænsning	3,1155	0,1624	<0,0001
	Egenvægt	-1,3703	0,0756	<0,0001
	Vægtratio	-0,9773	0,1829	<0,0001

Bilag B: Metode og undersøgte variable i den gennemgåede litteratur

Eneuheld

Et eneuheld er et uheld, hvor kun et enkelt køretøj er indblandet. Indledningsvis viser tabel B.1 en oversigt over den anvendte analysemetode i de enkelte gennemgåede publikationer.

Oversigt over anvendte analysemetoder i studierne af skadesgrad i eneuheld

Tabel B.1 Anvendte metoder for eneuheld

Publikation	Analysemetode
Jones og Whitfield (1988)	Logistisk regression
Bedard m.fl. (2002)	Logistisk regression
Kockelman og Kweon (2002)	Ordered probit
Martin m.fl. (2003)	Logistisk regression
Ulfarsson og Mannering (2004)	Multinomial regression
Yau (2004)	Logistisk regression
Wang og Kockelman (2005)	Ordered logit
Martin og Lenguerrand (2008)	Poisson regression
Mendez m.fl. (2010)	Logistisk regression
Hutchinson og Anderson (2011)	Logistisk regression

Oversigt over anvendte forklarende variable i studierne af skadesgrad i eneuheld

Tabel B.2 Anvendte variable for eneuheld									
Publikation	Køretøjets alder	Køretøjets årgang	Førerens køn	Førerens alder	Hastighedsbegr. eller faktisk hastighed	Vejrlig	Køretøjets vægt	Sikkerhedssele eller airbag	Andre variable
Jones og Whitfield (1988)				•			•	•	
Bedard m.fl. (2002)	•		•	•	•			•	Akselafstand Alkoholkoncentration
Kockelman og Kweon (2002)	•		•	•	•				Køretøjets type Alkoholkoncentration Tidspunkt Antal passagerer
Martin m.fl. (2003)		•	•	•			•	•	
Ulfarsson og Manne- ring (2004)	•		•	•	•	•		•	Køretøjets type Lovovertrædelse Køretøjets mærke Køretøjets defekter Uopmærksomhed Vejbanens tilstand Tidspunkt
Yau (2004)	•		•	•	•	•		•	Køretøjets type Gyldigt kørekort Tidspunkt Vejbelysning Trængsel
Wang og Kockelman (2005)			•	•	•	•	•	•	Køretøjets type Lysforhold Vejtype
Martin og Lenguer- rand (2008)		•	•	•			•	•	Årstal for uheld Type af forhindring Køretøjets effekt (hk)
Mendez m.fl. (2010)		•	•	•	•	•		•	Årstal for uheld Sted (kurve, kryds, etc.) Trafikmængde
Hutchinson og Ander- son (2011)	•						•		Køretøjets type

Flerpartsuheld

Et flerpartsuheld er et uheld, hvor to eller flere køretøjer er indblandet. I litteraturen er det ofte uheld med to biler, man undersøger, da der er langt flere topartsuheld end uheld med tre eller flere parter, og uheld med kun to køretøjer letter analysen.

Oversigt over anvendte analysemetoder i studierne af flerpartsuheld

Tabel B.3 Anvendte metoder for flerpartsuheld

Publikation	Anvendt analysemetode
Evans og Frick (1992)	Structural equations
Evans og Frick (1993)	Structural equations
Evans (1994)	Structural equations
Evans og Frick (1994)	Structural equations
Farmer m.fl. (1997)	Logistisk regression
Crandal m.fl. (2001)	Logistisk regression
Evans (2001)	Analyse af masseratioer
Kockelman og Kweon (2002)	Ordered probit
Martin m.fl. (2003)	Logistisk regression
Toy og Hammitt (2003)	Logistisk regression
Newstead m.fl. (2004)	Logistisk regression
Ulfarsson og Mannering (2004)	Multinomial regression
Wang og Kockelman (2005)	Ordered logit
Broughton (2008)	Generaliserede lineære modeller
Martin og Lenguerrand (2008)	Poissonregression
Anderson og Hutchinson (2010)	Logistisk regression
Mendez m.fl. (2010)	Generalised estimating equations
Newstead m.fl. (2010)	Logistisk regression
Hutchinson og Anderson (2011)	Logistisk regression

Oversigt over anvendte forklarende variable i studierne af skadesgrad i flerparts-uheld

Tabel B.4 Anvendte variable for flerpartsuheld										
Publikation	Køretøjets alder	Køretøjets årgang	Førerens køn	Førerens alder	Hastighedsbegr. eller faktisk hastighed	Vejrlig	Køretøjets vægt	Sikkerhedssele eller airbag	Kollisionstype	Andre variable
Evans og Frick (1992)		•					•			Akselafstand
Evans og Frick (1993)		•					•	•	•	
Evans (1994)							•	•		
Evans og Frick (1994)		•					•			
Farmer m.fl. (1997)			•	•	•		•	•	•	Passagerers placering Køretøjets type
Crandal m.fl. (2001)	•		•				•	•		
Evans (2001)							•			
Kockelman og Kweon (2002)	•		•	•	•				•	Køretøjets type Alkoholkoncentration Tidspunkt Antal passagerer
Martin m.fl. (2003)		•	•	•			•	•	•	
Toy og Hammitt (2003)			•	•				•	•	Køretøjets type
Newstead m.fl. (2004)		•	•	•	•					Årstal for uheld Køretøjets type Geografisk område
Ulfarsson og Mannering (2004)	•		•	•	•					Lovovertrædelse Køretøjets mærke Køretøjets defekter Køretøjets type Uopmærksomhed Vejbanens tilstand Tidspunkt
Wang og Kockelman (2005)			•	•	•	•	•	•		Lysforhold Vejtype Køretøjets type
Broughton (2008)		•					•			Køretøjets type
Martin og Lenguerrand (2008)		•	•	•			•	•	•	Årstal for uheld Type af forhindring Køretøjets effekt (hk)
Anderson og Hutchinson (2010)	•		•	•						Årstal for uheld Størrelse af køretøj
Mendez m.fl. (2010)		•	•	•	•	•		•	•	Årstal for uheld Sted (kurve, kryds, etc.) Trafikmængde
Newstead m.fl. (2010)		•	•	•	•					Årstal for uheld
Hutchinson og Anderson (2011)	•			•						Køretøjets type

Både ene- og flerpartsuheld

Oversigt over anvendte analysemetoder i studierne af både ene- og flerpartsuheld

Nogle publikationer behandler eneuheld og flerpartsuheld under et i deres analyse. Disse er beskrevet her.

Metoderne, som er blevet anvendt i de undersøgte publikationer, er vist i tabel B.5.

Tabel B.5 Anvendte metoder for ene- og flerpartsuheld

Publikation	Anvendt analysemetode
O'Donnel og Connor (1996)	Ordered logit, ordered probit
Kockelman og Kweon (2002)	Ordered probit
Blows m.fl. (2003)	Logistisk regression
Farmer og Lund (2006)	Tidsserieanalyse
Newstead m.fl. (2006)	Logistisk regression
Eluru og Bhat (2007)	Binary ordered model
Ryb m.fl. (2009)	Logistisk regression

Oversigt over anvendte variable

Tabel B.6 Anvendte variable for ene- og flerpartsuheld										
Publikation	Køretøjs alder	Køretøjs årgang	Førerens køn	Førerens alder	Hastighedsbegr. eller faktisk hastighed	Vejrlig	Køretøjs vægt	Sikkerhedssele eller airbag	Kollisionstype	Andre faktorer
O'Donnel og Connor (1996)	•		•		•		•	•	•	Tidspunkt Personplacering Alkoholkoncentration Køretøjs mærke
Kockelman og Kweon (2002)	•		•	•	•	•			•	Køretøjs type Alkoholkoncentration Tidspunkt Antal passagerer
Blows m.fl. (2003)		•	•	•	•					Uddannelsesniveau Etnicitet Tidspunkt Kørekortstype Søvnigheds-index Kørselseksponering
Farmer og Lund (2006)	•									Køretøjs type
Newstead m.fl. (2006)		•	•	•	•					Årstal for uheld Geografisk område
Eluru og Bhat (2007)			•	•	•	•		•	•	Alkoholkoncentration Køretøjs type Vejtype Tidspunkt Ugedag Lysforhold
Ryb m.fl. (2009)		•	•	•	•		•	•	•	Vægt af passagerer og fører Køretøjs type

DTU Transport forsker og underviser i trafik og transportplanlægning. Institutet rådgiver myndighederne inden for infrastruktur, samfundsøkonomi, transportpolitik og trafiksikkerhed. DTU Transport samarbejder tillige med erhvervslivet om grøn logistik, behovsstyret kollektiv trafik, brugerbetaling og design af bæredygtige transportnetværk.

DTU Transport
Institut for Transport
Danmarks Tekniske Universitet

Bygningstorvet 116B
2800 Kgs. Lyngby
Tlf. 45 25 65 00
Fax 45 93 65 33

www.transport.dtu.dk